25e ANNÉE. N° 100. REVUE MYCOLOGIQUE OCTOBRE 1903
EDITEUR : C. ROUMEGUÈRE, RUE RIQUET, 37, TOULOUSE.
RÉDACTEUR : Dr R. FERRY, AVENUE DE ROBACHE, 7, St-DIÉ (VOSGES).

SUR LES

MYCORRHIZES DES ARBRES FORESTIERS

ET SUR LE

SENS DE LA SYMBIOSE DES RACINES

Par M. GEORG F.-L. SARAUW (de Copenhague).

La théorie bien connue de M. Frank apparut partout comme un grand événement ; les idées suggestives de mon regretté maître incitèrent beaucoup de botanistes et de forestiers à faire de nouvelles recherches sur un problème dont la solution devait avoir une telle importance pour la sylviculture comme pour la biologie des plantes en général.

Aussi, pour l'année 1889, l'Académie royale des sciences et des lettres de Danemark avait proposé un prix pour un Mémoire traitant de ce sujet, et plus spécialement donnant des renseignements approfondis : 1° sur la nature de la symbiose chez le hêtre ; 2° sur le développement supposé différent des mycorrhizes chez le hêtre selon la constitution de l'humus de la forêt ; 3° sur la différence morphologique entre les filaments mycéliens des racines du hêtre, ceux des autres Cupulifères et ceux des Pins ; 4° sur la classification des champignons en question chez les Cupulifères d'après la structure du mycélium dans les mycorrhizes, et 5° sur le rôle que peut-être jouerait le champignon comme fournisseur de matières humiques aux racines du hêtre.

Le mémoire que j'avais présenté à l'Académie à ce concours eut la chance d'être couronné. Mes recherches avaient été faites pour la plupart à Berlin, aux laboratoires de MM. Frank et Kny, puis à Paris et à Fontainebleau sous la direction de M. Gaston Bonnier, et à Copenhague sous les auspices de M. Warming.

La première partie de ma thèse de concours (1) a seule été publiée ; j'y étudie le phénomène et le sens de la symbiose des racines, comprenant la morphologie des mycorrhizes dans tout le règne végétal, tandis que mes expériences, toutes

(1) Rodsymbiose og Mykorrhizer særlig hos Skovtræerne. Botanisk Tidsskrift. *Journal de Botanique.* Tome XVIIIe, Copenhague, 1893, pp. 127-259, av. pl. XIII-XIV. Un compte rendu par l'auteur se trouve dans les *Beihefte zum Botanischen Centralblatt.* Année 6me. Cassel. 1896, p. 24-27. *Cf. Just's Botanischer Jahresbericht.* Année 21me, 1893. *Abtheilung*, I. Berlin, 1896, p. 177-178

exécutées au laboratoire de M. Frank, ayant pour but d'éclairer le développement des mycorrhizes du hêtre, de l'épicéa et du bouleau dans différentes sortes de sol où varie la proportion de l'humus et du sable, attendent encore leur publication.

Comme la langue danoise ne se lit que très difficilement à l'étranger, étant surtout incompréhensible au lecteur français, je me suis décidé à donner ci-après un résumé de ma thèse, complété et mis au courant des dernières découvertes.

Ce sont surtout les belles recherches de M. Stahl (1) qui nous paraissent avoir agrandi l'idée qu'on peut se faire sur le rôle que doivent jouer les champignons, abrités par les racines, pour l'alimentation des plantes hospitalières.

Comme je ne suis pas du tout de l'avis de MM. Frank et Stahl, qui admettent une influence avantageuse exercée par les champignons sur la plante symbiote, je donnerai ici un assez bref exposé des résultats de mes recherches et de l'interprétation que me semblent imposer les faits observés dans la nature.

Quant aux tubercules des racines des Cycadées, de l'Aune, des Eléagnacées, de *Ceanothus*, des Légumineuses et d'autres plantes, je ne m'en occuperai pas ici. A ces mycodomaties, dans mon mémoire, j'ai consacré un chapitre spécial (2).

Aussi je ne veux pas toucher aux questions analogues si intéressantes et d'une si grande importance concernant les différentes formes de mycorrhizes chez les espèces du genre *Pinus* que vient d'émettre mon compatriote, le célèbre biologiste P.-E. Müller, en attirant l'attention sur les radicelles dichotomes du Pin, qui peuvent devenir de gros tubercules buissonneux rappelant l'aspect des balais de sorcière. Ces formations bizarres, Müller les a comparées aux susdits tubercules que provoquent les bactéries capables d'assimiler l'azote libre de l'air (3). Il en sera rendu compte autre part dans cette Revue.

Ici je me bornerai à traiter la *symbiose des champignons à hyphes* qu'on rencontre généralement dans les mycorrhizes des arbres forestiers.

Si, dans ma thèse de 1893, j'ai examiné la symbiose des champignons en union avec les racines, ou bien avec des organes fonctionnant comme des racines chez les représentants les plus différents du système, c'était pour montrer que cette symbiose n'est nullement restreinte aux arbres forestiers mais, au contraire,

(1) E. Stahl : *Der Sinn der Mycorhizenbildung. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik.* Bd. 34. Leipzig. 1900, p. 539-668.

(2) Voir p. 142-156, 170. Cfr. Frank : *Lehrbuch der Botanik.* Tome I, 1892, p. 268, 561. Hiltner dans la *Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land-und Forstwirtschaft.* Année 1re, 1903, p. 9-25.

(3) *Bulletin de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark pour l'année 1902*, p. 249-256 (en français).

répandue dans tout le règne végétal. En effet, à partir de l'Algue jusqu'à la Légumineuse arborescente, on trouve le même envahissement des organes de l'hôte par les filaments du champignon. Aussi la comparaison peut éclairer les faits observés dans les différents groupes, et, pour les expériences, les plantes les plus minces sont plus faciles à cultiver que celles qui deviennent de grands arbres, voilà pourquoi les premières sont préférables à ce titre (1).

Aux observations antérieures réunies et discutées, j'en ai ajouté de nouvelles, et je me suis appliqué à combler les lacunes dans le système établi des mycorrhizes.

I

Examinons maintenant *les mycorrhizes des arbres forestiers.*

Si l'on cultive, comme je l'ai fait, de jeunes plants de Cupulifères ou de Conifères (2) dans un terrain très meuble ou dans du sable stérilisé arrosé de solutions nutritives, ou bien, encore mieux, si l'on fait pousser les racines partie dans des cavités remplies de vapeurs d'eau (ce qui est le facteur déterminatif) (3), on verra se développer sur les racines de nombreux poils radicaux tout comme sur celles des autres plantes. Aussi, dans les pépinières, aux stades les plus jeunes, le plant montrait, en général, des poils radicaux. Ceux-ci, au contraire, sont assez rares dans la forêt, notamment sur les dernières ramifications des racines appartenant à des arbres plus âgés. Ici, les racines du hêtre, du chêne, du pin, de l'épicéa, etc., sont transformées en mycorrhizes ectotrophiques, dont les filaments mycéliens, en enveloppant la radicelle d'une gaîne mycélienne, empêchent les poils de se former. Quant aux mycorrhizes endotrophiques, le champignon ne gêne pas la production des poils radicaux, ce que l'on peut facilement constater chez *Juniperus communis* et *Taxus baccata*. La seule espèce parmi nos arbres forestiers qui, de sa nature, ne possède que très rarement des poils radicaux est l'*Abies pectinata*. Je ne les ai trouvés chez cet arbre, sur les parties intermédiaires des racines entre les mycorrhizes, qu'une seule fois sur un jeune échantillon provenant du Jardin-des-Plantes de Paris. Ce même fait a été constaté depuis 1859 par Schacht (4).

(1) Les études postérieures de MM. Janse et Stahl sont faites d'après un plan analogue au mien.

(2) Il me faut faire observer que, moi-même, des Conifères je n'ai pourtant culti é que l'Epicéa (*Picea excelsa*).

(3) Ce fait, que les poils radicaux des arbres se développent surtout dans les cavités du sol, était déjà connu de Malpighi (*Anatome plantarum*, II, 1679, p. 84).

(4) Pour la littérature, voir ma thèse, p. 172. Si je le comprends bien, C. von Tubeuf n'a pas non pl s trouvé de poils radicaux chez le Sapin. *Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift*. Année 5e. München, 1896, p. 193. Selon Müller, *loc. cit.*, p. 255, ils sont aussi extrêmement rares chez le Pin de montagne.

Conifères.

Dès le milieu du siècle passé, Théodore Hartig (1) a traité d'une manière très instructive l'anatomie des mycorrhizes du *Pin sylvestre*. Toutefois, il n'a pas compris que l'anatomie singulière qu'il a trouvée et qu'il croyait commune aux racines de tous les arbres était dûe à l'intervention d'un champignon. A ses figures des racines du Pin sylvestre (Taf. 18, fig. 4-12), il sera bon de comparer notre figure 1, pl. CCXXXVI, pour l'Epicéa (*Picea excelsa*), les mycorrhizes de l'Epicéa étant analogues à celles du Pin. Toute la surface de la radicelle est enveloppée d'une gaine mycélienne (*a*) de tissu pseudo parenchymateux. Cette formation étrangère a été prise par Hartig pour une partie intégrante du corps de la radicelle. Pour lui, elle était une *gaine subéreuse* normale. Une gaine subéreuse extérieure se trouve à la vérité chez plusieurs Cycadées, mais pas chez les Conifères, où le suber se forme, plus tard, dans le péricycle, en dedans de l'écorce, comme Hartig l'a très bien figuré dans une autre figure (fig. 11 et 12 a). Voici l'explication que Hartig donne de sa figure 9 : « L'enveloppe extérieure est formée par une assise subéreuse de cellules rayonnantes qui renferme un parenchyme à cellules larges dont les parois se distinguent par leur construction singulière. Les lames cellulaires présentent un réseau à anastomoses analogue à la nervation des feuilles (voir fig. 10) qui, pour moi, est un ensemble de canaux intercellulaires ramifiés environnant toute la surface de la cellule dont le rôle doit être de stimuler le fonctionnement de la cellule. Cette organisation, qui jusqu'à présent n'a pas été observée ailleurs (que je sache), doit présenter à cet endroit une importance physiologique particulière ». Ce réseau à anastomoses, nettement figuré par Hartig (fig. 10), n'est autre chose que le réseau intercellulaire mycélien dans l'écorce extérieure de la mycorrhize. Il ne saurait y avoir de doute à cet égard ; il suffit de comparer notre planche CCXXXVI, fig. 1, où l'on voit la nervation dans les parois de la cellule *c*. Ainsi Théodore Hartig a bien reconnu les caractères les plus importants des mycorrhizes. C'est pour rappeler les mérites de cet illustre observateur que j'ai nommé le réseau en question *réseau de Hartig*.

Avec ce réseau, il ne faut pas confondre le réseau de soutien, assez semblable, qui existe dans l'écorce de la radicelle de plusieurs Conifères (*Juniperus*, *Thuya*, etc.). Ce réseau normal a été observé pour la première fois, en 1865, par Nicolaï qui a confondu les deux réseaux, et, dernièrement, il a fait l'objet d'observations élégantes et détaillées de la part de mon ancien maître au Jardin-des-Plantes, M. van Tieghem (1871 et 1888). Juste chez les Abié-

(1) Hartig. *Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands*, Berlin, 1840-51.

tinées (*Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix*), le réseau de soutien fait défaut, tandis qu'elles possèdent le réseau de Hartig et la gaine mycélienne.

Sur les racines du Pin sylvestre avec leurs mycorrhizes, Alfred Möller vient de publier des études très intéressantes. Chez de jeunes plantes de cette espèce, il a trouvé, comme moi pour le Pin Strobe, non seulement des mycorrhizes ectotrophes, mais aussi, un peu partout, des mycorrhizes endotrophes, puis des radicelles exemptes de champignon (1).

Pinus Strobus.

Déjà, en 1856, Gasparrini avait trouvé chez le *Pinus Halepensis* les radicelles entièrement couvertes de très nombreuses et très fines hyphes de champignon (il les nomme des Conferves), les poils radicaux étant très rares. En 1874, Janczewski reconnaissait l'existence et l'influence d'un mycélium de champignon. D'après lui, les divisions dichotomiques des racines du *Pinus Strobus* sont causées par un champignon pour la plupart épiphyte. Egalement, en 1874, Bruchmann constatait que le sommet, aussi bien que toute la surface de la racine du Pin sylvestre, est couverte d'une croûte consistant en cellules de l'écorce et en un lacis mycélien, qui se trouvent également sur les autres radicelles des conifères non dichotomisées (2).

En 1880, la « croûte » de Bruchmann fut désignée par Reess sous le nom de gaine mycélienne (*Pilz scheide*), terme que j'ai moi-même adopté, comme préférable à l'expression de Frank, *Pilz mantel* (manteau mycélien).

Ce qu'Hartig en son temps avait regardé comme une assise de l'écorce était reconnu maintenant pour être une gaine mycélienne. Son réseau intercellulaire, que j'ai nommé réseau d'Hartig, fut, en 1882, sainement interprété par Kamienski :

« Les cellules de ces tissus (c'est-à-dire de l'épiderme et de l'écorce) sont séparées par une simple assise de filaments, ayant une épaisse ramification dans un même plan, qui se laissent observer sur la surface des cellules dans les coupes tangentielles de racines. Ce champignon ne pénètre pas à une grande profondeur ».

Puis viennent les recherches bien connues de Reess, Frank, v. Tubeuf et Vuillemin, auxquelles se rattachent les miennes.

(1) *Zeitschrift für Forst-und Jagdwesen.* Année 34. Berlin, 1902, p. 209, année 35. 1903, p. 324, avec fig. La section d'une mycorrhize du Pin sylvestre, à la fois ectotrophe et endotrophe, est figurée par von Tubeuf dans la *Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Land-und Forstwirtschaft.* Année 1re, 1900, p. 81, fig. 2, à gauche.

(2) Pour le *Pinus Pinaster* du Cap, Frank a signalé une forme de mycorrhizes toute singulière. D'après von Tubeuf (l. c., p. 77, note), cette communication est dûe à une erreur. Le *Pinus Pinaster* possède des mycorrhizes ectotrophes normales; les racines examinées par Frank appartenaient à un arbre *feuillu* exotique.

Sur les longues racines (racines charpentières) du *Pinus Strobus*, je trouvai ce qui suit :

La pointe de la racine est entourée d'une forte coiffe (coiffe ordinaire des radicelles). En arrière de celle-ci, la surface est dépourvue de champignon ; toutefois, les poils de la racine, très nombreux et assez longs, sont enveloppés et entrelacés de filaments mycéliens. Ceux-ci parcourent en long les poils radicaux pour pénétrer à travers l'épiderme et devenir intracellulaires dans la partie la plus extérieure de l'écorce. Seulement un peu plus loin, en arrière sur la racine, se présente en même temps une gaine mycélienne avec le réseau d'Hartig entre les cloisons des cellules. Plus loin encore de la pointe disparaît à son tour le mycélium intracellulaire et il ne subsiste plus que le mycélium intercellulaire. Sur ces racines en voie de croissance, l'on peut donc observer toute la série des passages depuis la racine dépourvue de champignon jusqu'à la mycorrhize endotrophique et à la mycorrhize ectotrophique.

Les radicelles courtes dichotomisées ou mycorrhizes en touffes « Mycorhizenbüschel » de Frank ne portent jamais de poils radicaux ; elles sont, au contraire, étroitement enveloppées d'une gaine mycélienne assez épaisse, le réseau d'Hartig y est très visible, il n'y existe aucune hyphe intracellulaire.

De ce mode d'organisation que je viens de décrire chez le *Pinus Strobus* et qui existe également chez les autres Conifères et chez les Cupulifères, je tire cette conséquence, que cette différence que l'on observe entre les courtes racines et les longues racines, au point de vue de la production des mycorrhizes, dépend de l'intensité de croissance des racines :

Ainsi l'intensité plus grande de croissance des racines longues s'oppose au développement du champignon, en le repoussant complètement ou bien en lui permettant de pénétrer dans l'écorce de la racine, transformant alors celle-ci en mycorrhize endotrophique, tandis que la croissance lente des racines courtes favorise le développement du champignon et lui permet d'entrelacer ses filaments pour former une gaine et le réseau intercellulaire.

Faut-il pour cela considérer les longues racines comme servant uniquement à étendre la charpente des racines et comme ne servant pas en même temps à la nutrition ? Je ne saurais admettre cette conclusion, car précisément sur les longues racines il existe de très nombreux poils radicaux (1).

Picea excelsa Lk.

L'étude de la mycorrhize de la Pesse, *Picea excelsa*, Lk. a une

(1) L'absorption a lieu de préférence par la région des poils, mais pourtant elle n'y est pas tout entière localisée. Voir les recherches de Kny dans *Berichte d. Deutschen botan. Gesellsch.*, tome 16, 1898, p. 216.

singulière histoire. En 1873, Drude, comme l'a démontré plus tard Kamienski, en a publié, sans le vouloir, la description et la figure. Il croyait avoir devant lui les racines du *Monotropa Hypopitys* L., qui, à son idée, comme parasites, pénètrent assez profondément au milieu des racines de l'Epicéa et s'unissent au tissu de celui-ci. Il n'y a rien là d'étonnant, car ces prétendues connexions parasitaires ne sont autre chose que la mycorrhize spéciale de l'Epicéa. Cette erreur s'explique du reste facilement, car le *Monotropa* possède aussi une mycorrhize ectotrophique qui ressemble beaucoup à celle de l'Epicéa et qui s'entrelace fréquemment avec lui, sans que cependant ni l'un ni l'autre souffre de cette réunion.

En 1877, Resa constatait chez l'Epicéa l'existence du réseau d'Hartig dans l'écorce des racines absorbantes, ainsi que des racines charpentières qui n'étaient plus toutes jeunes. Aussi la gaine mycélienne est expressément mentionnée par Frank, mais comme les mycorrhizes de cet arbre important des forêts n'avaient été que peu examinées, j'en ai entrepris des études plus spéciales.

La gaine mycélienne apparaît déjà formée sur les toutes jeunes plantes; dans les pépinières, celles-ci âgées de 1 à 2 ans, ont pourtant en général des radicelles pourvues de coiffe et de poils radicaux auxquels les filaments mycéliens du sol s'entrelacent, commençant çà et là la formation de la gaine.

En ce qui concerne l'anatomie, l'on se reportera à la planche XIII, fig. 1 et 2 de ma thèse.

Fig. 1. — Coupe transversale de la mycorrhize d'un *Picea excelsa*, âgé de 8 ans.

a). Gaine mycélienne. *b*). Cellules collabescentes de l'épiderme. *c*). Cellules de l'écorce les plus extérieures montrant sur leur paroi le réseau d'Hartig.

Une partie de la même coupe vue à un plus fort grossissement (fig. 2) est représentée ici dans la fig. 1, pl. CCXXXVI expliquée déjà plus haut.

Le lacis mycélien se montre aussi bien sur la section des cloisons qu'à leur surface, où les lignes saillantes ont été dessinées d'après nature avec la plus grande exactitude.

Ni chez l'Epicéa, ni chez les autres arbres forestiers, malgré l'examen le plus soigneux, je n'ai pu distinguer avec certitude la limite précise entre les hyphes intercellulaires et la paroi de la cellule envahie. Je crois pourtant avec Th. Hartig, Frank et Reess que les filaments du champignon pénètrent dans les espaces intercellulaires de l'écorce et décollent les unes des autres les parois des cellules. En même temps ils semblent consommer la substance intercellulaire. Je plaçai dans de l'eau de Javelle la racine d'un Epicéa de trois ans provenant du jardin d'expérience du laboratoire de biologie végétale de Fontainebleau : Au bout de quelque

temps la gaine mycélienne, ainsi que la plupart des hyphes du réseau d'Hartig, furent détruites ; les parois des cellules ayant presque complètement résisté à l'action du réactif, apparurent alors séparées par un plus grand intervalle là où il avait existé des hyphes intercellulaires.

L'*Abies pectinata* et le *Larix Europaea* possèdent des mycorrhizes ectotrophiques avec gaine mycélienne et réseau d'Hartig (1), comme les différentes espèces de *Pinus*, de *Picea*, de *Tsuga* et de *Pseudotsuga*. Le *Cedrus Libani* (un arbre au Jardin des Plantes de Paris) ne m'a montré aucune gaine mycélienne ni aucun réseau d'Hartig, mais par contre des hyphes intracellulaires assez nombreuses dans l'écorce de la racine. Chez le *Cedrus Deodara* von Tubeuf a trouvé çà et là le réseau d'Hartig sans gaine mycélienne, la racine étant revêtue de poils. L'échantillon était cultivé en caisse et fut examiné en hiver (2).

Chez le *Juniperus communis*, les racines étaient souvent constituées comme une mycorrhize endotrophique (3) et en même temps le réseau d'Hartig se comporte ici d'une façon toute particulière sur les parois des cellules dans les assises les plus superficielles de l'écorce, quoiqu'il n'existe aucune gaine mycélienne. C'est le seul cas connu (outre le *Cedrus Deodara*) où il existe un réseau d'Hartig sans gaine mycélienne. Le réseau ci-dessus mentionné ne saurait être confondu avec le réseau de soutien qui existe ici également. Les longs poils radicaux étaient parcourus par des hyphes cloisonnées.

Le *Taxus baccata* avait les racines courtes, en partie transformées en mycorrhizes endotrophiques, mais pas de gaine mycélienne ni réseau d'hyphes. Sur les nombreux poils radicaux comme sur les filaments mycéliens intracellulaires, on observe des petites verrues cuticularisées ou cutinisées rendues plus visibles par l'acide chlorhydrique ajouté.

Cupulifères, Corylacées, Bétulacées, Salicacées (4).

Toutes ces familles possèdent des mycorrhizes ectotrophiques, toutes les mêmes, mais en plus ou moins grande quantité : les saules, les bouleaux et l'aulne en présentent le moins et n'offrent pas toujours une gaine mycélienne ; le chêne occupe un degré intermédiaire, et la gaine mycélienne atteint son maximum de

(1) Cfr. aussi C. v. Tubeuf : *Die Haarbildungen der Coniferen. Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift*. Année 5. München, 1896, p. 178, pl. XI, fig. 3. La radicelle du mélèze peut montrer le réseau d'Hartig et, en même temps, des poils radicaux, la gaine mycélienne étant alors très réduite.

(2) v. Tubeuf, l. c., p. 178-179, pl. X, fig. 1 et 3.

(3) v. Tubeuf, l. c., p. 177, en citant, dit « ectotrophique » au lieu d' « endotrophique ». Voir ma thèse, p. 197.

(4) Voir ma thèse, p. 234 suiv.

développement chez le hêtre ou bien encore plus chez le charme et le coudrier.

Nous devons à l'italien Gasparrini les premières recherches sur les mycorrhizes ectotrophiques des arbres feuillus. Dans son important travail sur les poils radicaux et sur leurs fonctions, cet auteur, en 1856, remarque que, en règle générale, c'est seulement durant les premières années de leur vie que beaucoup d'arbres possèdent ce chevelu, tandis que plus tard cet organe ne se développe que durant un certain temps et d'une façon rudimentaire.

Chez le châtaignier et le noisetier, il trouva les racines absorbantes, surtout celles qui s'étendent près du sol, divisées en forme de branche de corail et entourées de filaments tubulaires, confervoïdes, qui lui parurent formés de moisissures ou d'autres cryptogames.

Dans son travail sur le parasitisme des *Elaphomyces*, en 1876, Boudier constatait que les espèces à fruits jaunes sont en connexion par le moyen d'hyphes communicantes avec les racines des arbres voisins, bouleau, chêne et châtaignier. Les racines absorbantes étaient entourées extérieurement de fines hyphes cloisonnées et d'une couleur jaunâtre, qui envahissaient seulement l'assise cellulaire la plus extérieure de l'écorce.

Boudier remarqua donc bien le réseau d'Hartig. En outre, il mentionna que les racines absorbantes montrent également une ramification en forme de branche de corail là où l'on ne peut découvrir aucun fruit d'*Elaphomyces*; il chercha à expliquer ce fait en supposant que les radicelles courtes, très ramifiées en petits paquets, servent alors peut-être de berceau au jeune champignon. Pour les *Elaphomyces* à fruit noir, il n'admettait au contraire aucune modification des racines environnantes, ce qui n'est pourtant pas d'accord avec les observations antérieures. A la vérité, la question du parasitisme des Elaphomyces avait depuis longtemps été discutée par deux éminents mycologues, bien que cette discussion semble être totalement tombée dans l'oubli.

En 1843, Vittadini pensait que les racines des arbres étaient parasites des fruits des Elaphomycètes et y puisaient leur nourriture. Tulasne, vers 1841, considérait le champignon comme parasite; plus tard, en 1862, il interprétait leur relation comme une espèce de symbiose.

Fagus sylvatica.

En 1877, Résa trouva chez le hêtre des radicelles qui étaient divisées en forme de collier de perles et dans l'intérieur desquelles végétait un champignon vivant; mais il y vit un phénomène accidentel de parasitisme.

L'auteur danois P.-E. Müller fut le premier, dans ses « Etudes

sur l'humus des forêts », parues en 1878, qui découvrit la mycorrhize ordinaire du hêtre et le parasitisme régulier du champignon. Il constate l'existence normale d'un champignon symbiotique sur les racines absorbantes du hêtre et il publie plusieurs figures excellentes. Il a donné ces figures dans un résumé inséré dans le *Botanisches Centralblatt*, tome 26, 1886, p. 22-26, ainsi que dans ses « Recherches sur les formes naturelles de l'humus » (1). Müller trouva que toute la masse des racines, comme le feuillage et tous les débris tombés de l'arbre, sont enveloppés d'un réseau épais de minces filaments mycéliens d'un brun foncé. E. Rostrup détermina provisoirement ces champignons comme étant le *Cladosporium humifaciens* Rostr. et le *Sorocybe Resinae* Fr.

Le mycélium fin, brun ou brun-noirâtre croît sur les racines des hêtres et s'étend librement dans le sol : « il se trouve non seulement à la surface de l'écorce morte, mais il la pénètre encore dans toute son épaisseur et il paraît aussi indissolublement uni aux racines du hêtre que certains Lichens bien connus avec le tronc du hêtre ». Müller, de même que Théodore Hartig, considérait à tort la gaine mycélienne avec son chevelu d'hyphes comme le tissu de l'écorce avec son chevelu de poils radicaux.

La saine interprétation de la gaine mycélienne et du réseau d'Hartig, pour les mycorrhizes du hêtre, a été pour la première fois donnée par Kamienski dans son excellente monographie du *Monotropa*, parue en 1882. Il estime que le champignon symbiote du *Monotropa*, qui enveloppe aussi les racines du hêtre et d'autres arbres de ses hyphes, est un parasite des racines du hêtre, et qu'il y puise une partie de sa nourriture. Plus tard, en 1886, il a exprimé l'opinion que le champignon constitue sur les racines du charme (*Carpinus Betulus*) un parasite nuisible, un antibiote.

Je n'ai toutefois pu vérifier ce fait, ni par mes expériences, ni par celles des autres.

Un travail important de la littérature des mycorrhizes ectotrophiques est le mémoire de Gibelli « *Nuovi studi sulla malattia del Castagno detta dell' inchiostro* (Maladie d'encre) ». Cette publication, parue en 1883, contient le résultat de recherches poursuivies plusieurs années par cet infatigable auteur sur l'anatomie, la physiologie normale et pathologique des racines des Cupulifères (spécialement du châtaignier), ainsi que ses études mycologiques sur l'antibiotisme et le symbiotisme des mycorrhizes (2). Il a trouvé les racines enveloppées d'une gaine mycélienne dense et l'enfermant hermétiquement, comme le gant enveloppe le doigt. Il décrit et figure les diverses formes de mycorrhizes, et décrit la pénétra-

(1) Dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*. Année VI, t. I, Nancy, 1889, p. 85 et suiv.

(2) Voir la traduction française dans les *Archives de biologie italienne*, t. III, p. 122-152, avec 3 planches.

tion des hyphes dans les cloisons des cellules de l'épiderme et de l'écorce. Les racines longues (porta-radici), fortes, croissant en longueur, en forme de doigt, restent seules exemptes de champignon. En règle générale le champignon est sans importance pour les racines, il ne leur nuit pas sensiblement, il trouve chez elles une disposition à l'accepter patiemment. Mes recherches m'ont aussi conduit à cette interprétation; aussi, comme Motto, j'accepte l'opinion de Gibelli : « que certaines formes parasitaires peuvent avoir un *indigénat* toléré et tolérable sur les racines du châtaignier sain, sans lui causer de dommage sensible. »

L'on a dit que Gibelli tenait tous les mycorrhizes pour nuisibles, c'est-à-dire qu'il considérait le champignon comme travaillant à la destruction de sa plante nourricière, mais c'est à tort qu'on lui a attribué une pareille opinion. Gibelli a recueilli ses matériaux d'étude en Italie : partout il a rencontré les mêmes relations chez les châtaigniers sains, comme chez ceux qui étaient malades. Ses observations lui apprirent que le champignon des mycorrhizes ne peut être la cause directe de la maladie ; mais là où l'arbre souffre (par suite d'autres causes non encore découvertes) de cette maladie, la mycorrhize peut peut-être devenir un antibiote dangereux auquel l'hôte malade ne peut longtemps résister.

Gibelli constata l'existence de la gaine mycélienne pour plusieurs Cupulifères, par contre chez d'autres arbres il ne trouva rien. Sur les racines mortes ou malades des châtaigniers il trouva des *Torula*, *Sphaeropsis* et *Melanomma*. Ceux-ci sont-ils en relation génétique avec le *Diplodia Castaneæ* habitant les feuilles et aussi avec d'autres mycorrhizes des racines normales et saines? Il émet seulement, à cet égard, une opinion qu'il devait plus tard démontrer avec rigueur par ses expériences.

Les travaux de P.-E. Müller, Kamienski et Gibelli apportent cependant peu de lumière en ce qui concerne le rôle des mycorrhizes. C'est le mémoire de Frank qui devait en procurer davantage et aborder la solution du problème d'une manière plus claire et plus raisonnée.

Th. Hartig avait, nous l'avons vu, longtemps auparavant, indiqué l'utilité au point de vue physiologique de certaines mycorrhizes, sans pourtant avoir trouvé la véritable interprétation. Kamienski avait non seulement pour le *Monotropa*, mais encore pour les Conifères et les Cupulifères, formulé dans ses parties essentielles le phénomène des mycorrhizes; mais ses recherches n'étaient connues que dans un petit rayon. Kamienski avait assez bien décrit comme un phénomène de symbiose mutuelle les relations du *Monotropa* et du champignon de sa mycorrhize

Mais pour les arbres où il avait trouvé une mycorrhize analogue, il pensait que le champignon devait être plutôt nuisible à son hôte.

Gibelli ne considérait pas (sauf certaines restrictions) les mycorrhizes des Cupulifères comme nuisibles aux arbres, mais il n'avait pas su reconnaître leur utilité. Le mérite de l'œuvre de Frank est d'avoir résolument abordé une question que les botanistes antérieurs avaient simplement effleurée et d'avoir soutenu positivement l'utilité de la symbiose pour l'arbre.

« L'arbre ne tire pas lui-même sa nourriture du sol. Les filaments mycéliens qui enveloppent complètement les racines absorbantes lui procurent toute sa nourriture. »

Cette nouvelle vue est le point essentiel de la théorie de Frank. Il a désigné sous le nom de *mycor* (*r*) *hize* l'organe résultant de l'union du champignon et de la racine (d'autres auteurs emploient quelquefois ce terme pour désigner les champignons qui produisent les mycorrhizes, mais l'emploi du mot avec cette signification est incorrect); il interprète cette symbiose en lui donnant une signification analogue à celle des Lichens.

Les mycorrhizes du hêtre ont formé l'objet principal de mes recherches dans les contrées visitées par moi, en Danemark, Allemagne et France; j'en ai réuni un très grand nombre d'échantillons provenant de différentes stations et de tous âges.

Les particularités anatomiques et physiologiques sont les mêmes pour le hêtre que pour l'épicéa.

Les figures donneront des éclaircissements à ce sujet : pour ce motif, je répète l'explication des figures.

Pl. CCXXXVI. — Les figures 3, 5, 6, 7 et 8 concernent le hêtre. (*Fagus sylvatica*).

Fig. 5. — Fragment d'une racine longue (*Triebwurzel* ; *portaradici*) avec de nombreuses racines courtes (*d*); les dernières se ramifient souvent en forme de branche de corail ; cependant la ramification reste toujours monopodiale, n'est pas réellement dichotome.

Toutes les racines courtes sont des mycorrhizes ectotrophiques entourées d'une gaine mycélienne.

Fig. 6. — Les parties de racine de *a* en *b* sont seules exemptes de champignon, sans gaine mycélienne, tandis que les parties dessinées en couleur foncée, la partie *b c* et les racines latérales, sont entourées d'une gaine mycélienne.

Vers *d* se trouvent des poils radicaux entrelacés de fines hyphes. *m*. filaments mycéliens traçants.

Fig. 7. — Le réseau d'Hartig (forme habituelle).

Fig. 8. — Coupe transversale d'une mycorrhize.

Cellules de l'écorce avec le réseau d'Hartig qui, ici (ce cas se présente rarement), forme des saillies (*u*) en forme de suçoirs dans l'intérieur des cellules. (Pseudoparenchyme intercellulaire dessiné en une couleur plus foncée). La paroi des cellules de l'écorce en-

veloppe toujours ces saillies. Le champignon ne pénètre donc *pas* dans le lumen, mais reste intercellulaire. Jamais je n'ai vu des filaments intracellulaires aux racines du hêtre.

Chez les Cupulifères, de même que chez les Conifères, la formation des mycorrhizes paraît en rapport avec l'intensité de la croissance des racines : les longues racines qui poussent rapidement peuvent échapper à l'étreinte du champignon, tandis que celles qui croissent lentement (les racines courtes) sont enveloppées partout par la gaine mycélienne, sauf de rares exceptions où des espaces même de celles-ci gardent l'épiderme libre et pourvu de poils radicaux.

La ramification, en forme de branche de corail des dernières, n'est pas la conséquence mais bien la cause de la formation de la gaine mycélienne. Les parties exemptes de champignon, qui se trouvent sur les longues racines, ont peu d'importance eu égard à l'ensemble du système des racines du hêtre. Sur les radicelles jeunes non encore ramifiées des racines courtes, la gaine mycélienne ne manque presque jamais. La gaine mycélienne peut atteindre jusqu'au 1/5 du rayon de la mycorrhize. Avec Gibelli, on peut diviser d'après leur surface extérieure les mycorrhizes en hérissées ou lisses : les dernières sont lisses, pseudo-parenchymateuses ; les premières sont feutrées, garnies de longues hyphes traçantes ou de filaments mycéliens en forme de poils. Noack désigne sous le nom de *chevelu mycélien* les hyphes courtes, mousses ou pointues, souvent en forme de soies, qui revêtent la gaine mycélienne et qui ressemblent tellement au chevelu des racines qu'elles peuvent être confondues avec lui. Elles se distinguent des poils radicaux par une épaisseur moindre, elles sont, en outre, souvent septées et elles se trouvent parfois aussi à la pointe des racines où, comme on le sait, il n'y a pas de poils radicaux, mais où, au contraire, existe la coiffe radicale. Notre figure 3, pl. CCXXXVI, représente schématiquement les différentes formes de filaments mycéliens qu'on trouve sur la mycorrhize du hêtre et que l'on peut comparer au poil radical dessiné en *r*.

Dans l'écorce de la mycorrhize, le mycélium reste intercellulaire, se développant d'ordinaire plus largement aux coins des cellules. Le champignon ne pénètre jamais dans l'endoderme.

Chez l'*Ulmus montana*, l'*Acer Pseudoplatanus*, les *Buxus sempervirens*, *Crataegus oxyacantha* et *Mespilus germanica*, j'ai trouvé des mycorrhizes endotrophiques qui pourtant ne se produisent pas toujours.

Surtout l'érable (*Acer*) possède des mycorrhizes prononcées de ce genre. Les cellules de l'écorce, sans exception, entre l'épiderme (avec des poils radicaux) et l'endoderme peuvent présenter de nombreux filaments mycéliens s'enroulant en pelotes comme chez

les Orchidées, mais encore plus nettement visibles. Le champignon pénètre déjà tout près, derrière la pointe génératrice de la radicelle, encore devant les poils radicaux, c'est-à-dire dans les tissus les plus jeunes de la racine. Les mamelons à croissance intermittente signalés dans ma thèse (p. 225) pour l'érable ont été, plus tard, étudiés et figurés par Janse (1) qui les a indiqués aussi pour le *Celtis* comme moi je les avais indiqués pour l'*Ulmus* et pour le *Taxus*. Ils sont semblables à ceux de l'*Æsculus* et du *Podocarpus*. La formation en files de perles ne doit pas être causée par le champignon à hyphes, infectant de la même manière que les radicelles les articles près les resserrements. Chez l'érable, ils abondent sur presque toutes les radicelles.

Chez l'*Ulmus*, les choses se passent d'une manière analogue. Ma fig. 2, pl. CCXXXVI donne la coupe transversale de sa mycorrhize endotrophique. Les pelotes d'hyphes intracellulaires sont marquées par un *p*. Leur pseudo parenchyme se voit en *n*, les « sporanges » ou « vésicules » (kystes) en *s* (2). Les racines, même sur des ormes âgés dans la forêt, sont cependant souvent exemptes de champignon symbiote. D'autre part, j'ai trouvé une fois, sur un arbre, dans le jardin botanique de Copenhague, quelques racines transformées en mycorrhizes ectotrophiques avec une gaine mycélienne serrée, mais peu épaisse.

Parmi les arbres forestiers, le frêne (*Fraxinus excelsior*), le marronnier d'Inde (*Æsculus Hippocastanum*) et le sureau (*Sambucus nigra*) sont les seuls chez lesquels on n'a presque jamais trouvé aucune mycorrhize ni endo-, ni ectotrophique. Même sur les terrains à l'humus bien développé des forêts, je n'en ai pas trouvé. Ce n'est que M. Stahl qui, pour les deux premiers, dit en avoir observé sur un sol humeux de forêt. Aussi, j'ai vu parfois quelques filaments mycéliens pénétrer dans l'épiderme des racines du frêne, mais jamais je n'ai trouvé les hyphes dans l'écorce. Ainsi, je pense que les mycorrhizes endotrophiques de ces deux espèces sont très rares (3). J'ai trouvé aussi exemptes de champignons les racines du frêne à un endroit dans la forêt où un charme voisin possédait des mycorrhizes avec gaine mycélienne très épaisse. Les racines du frêne, facilement reconnaissables à leur couleur jaune clair (4), ainsi qu'à leurs longs poils radicaux, étaient ici toutes enchevêtrées dans les mycorrhizes du charme sans subir la symbiose du champignon.

(1) *Annales du jardin botanique de Buitenzorg*, vol. XIV, 1897, p. 68, 96, 171-174. Pl. VII, fig. 10.

(2) Cfr. *Janse*, l. c., p. 63, 67, 143, 147, 180.

(3) Büsgen en a trouvé aussi chez le marronnier. Voir *Allgemeine Forst-und Jagd-Zeitung*, 1901, p. 278.

(4) La même couleur blanche ou jaune clair des racines distingue les autres Oléacées : *Ligustrum* et *Syringa*.

En *Résumé*, l'on voit, par ce qui précède, que ce n'est qu'après bien des tâtonnements, souvent après avoir d'abord adopté des opinions erronées, qu'il a fallu ensuite redresser, que les observateurs ont fini par reconnaître la nature exacte des mycorrhizes.

Les arbres forestiers peuvent se diviser en trois catégories qui sont les suivantes :

1° Ceux qui ont un mycélium intracellulaire : *Cedrus Libani, Taxus baccata, Ulmus montana, Acer Pseudoplatanus.*

La symbiose n'est pourtant pas absolument constante dans ce groupe.

2° Ceux qui ont un mycélium intercellulaire (réseau d'Hartig) et une gaine extérieure mycélienne : *Picea excelsa*, *Abies pectinata, Larix Europaea*, *Pinus sylvestris*, et les autres espèces de Pin, les Cupulifères, Corylacées, Bétulacées et Salicacées. Chez les deux dernières familles, la symbiose est moins prononcée et constante. Ici se classe aussi, d'après Frank, le Tilleul que je n'ai pas examiné moi-même.

Pour ce groupe, il est pourtant à observer que le *Pinus Strobus* possède : 1° un mycélium intercellulaire (réseau d'Hartig) avec gaine mycélienne, et 2° plus près de la pointe, un peu en arrière de la coiffe, un mycélium intracellulaire. Le *Pinus sylvestris* a également, d'après A. Möller, presque toujours les deux sortes de mycorrhizes.

Le *Juniperus communis* possède : 1° un mycélium intercellulaire (réseau d'Hartig), mais sans gaine mycélienne, et 2° un mycélium intracellulaire.

3° Ceux qui, en règle générale, n'ont pas de mycélium ni intra-, ni intercellulaire : *Fraxinus excelsior, Æsculus Hippocastanum, Sambucus nigra.*

II

Sur le rôle et sur le sens de la symbiose des racines.

Si, chez les arbres à mycorrhizes ectotrophiques, la partie de beaucoup majeure du système absorbant des racines est tout enveloppée dans un tissu pseudo-parenchymateux de champignon, certainement on peut en conclure que cette symbiose ne doit pas être sans aucune importance pour l'arbre hospitalier.

Quant aux mycorrhizes endotrophiques largement développées, on serait porté à admettre une influence semblable.

Pour les mycorrhizes endotrophiques, il faut cependant observer qu'on ne trouve que très rarement des cordons mycéliens en dehors des racines. Aussi probablement les champignons ne peuvent y introduire par la voie des hyphes qu'une quantité de

substances de beaucoup inférieure à celle empruntée à la plante hospitalière (1).

Mais en quoi donc consisterait alors l'influence présumée du champignon symbiotique ?

L'arbre tire-t-il profit du champignon, croît-il mieux avec le champignon que sans lui ? Voilà des questions pour la solution desquelles on peut recourir à deux voies : 1° des observations comparatives dans la nature; 2° des expériences de culture parallèles.

En ce qui concerne le champignon, la symbiose doit lui être profitable; car, s'il en était autrement, il n'atteindrait pas le développement luxuriant qu'il présente.

Le champignon, qu'est-ce qu'il va chercher alors chez la racine? Je crois que c'est surtout de l'eau, ou bien de l'humidité ; dans les parois des cellules de l'écorce, le mycélium intercellulaire ne trouverait pas, d'ailleurs, grand chose. Chez nombre de plantes à partir des Marchantiacées où le développement du champignon est si large que sa masse dans les tissus envahis surpasse de beaucoup celle de son hôte (2), on observe que ni la fécule ni les noyaux cellulaires ne sont jamais attaqués (3).

D'autre part, le chêne, par exemple, peut arriver à un âge comptant plusieurs siècles sans que la symbiose dans des milliers de radicelles lui ait causé de dommage sensible. Donc le champignon ne peut être un parasite pernicieux ; mais n'est-il pas sous quelque rapport avantageux à l'arbre ?

(A suivre).

(1) Voir ma thèse, p. 216-219. Cfr. Janse : Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises *Annales du jardin botanique de Buitenzorg*. vol. 14. Leide, 1897, p. 121. Beaucoup d'autres investigateurs sont d'accord en ce point-ci.

(2) C'est par erreur qu'on a prétendu nouvellement (*Berichte der D. bot. Ges*. Tome 17e, 1899, p. 311-317) que seulement les Jungermanniacées et non les Marchantiacées sont pourvues de mycorrhizes. Chez *Preissia commutata*, déjà en 1843. Gottsche découvrit le champignon symbiote, sainement interprété en 1852 par Schacht. Pour *Monoclea* cfr. *Botan. Zeitung*, 1858, p. 290, pl. VIII, des échantillons provenant des montagnes de Péron présentaient même la symbiose. Pour mes recherches, voir ma thèse, p. 156-162. Aussi les théories fondées sur cette prétendue différence sont privées de base réelle (voir Stahl, l. c., p. 567). Toutefois, je n'ai pas trouvé la symbiose des Marchantiacées ni celle des Jungermanniacées absolument constante dans toutes les stations. F. Cavers, dans une note récente, admet une corrélation entre la formation de ces mycorrhizes et la richesse du sol en humus, ce que je ne saurais pas confirmer. (*The New. Phytologist*., vol. II, London, 1903, p. 30-35.) Aussi, il a retrouvé les mycorrhizes chez le *Monoclea Forsteri*. Les mycorrhizes endotrophiques des Marchantiacées ont été nouvellement étudiées par Golenkin dans *Flora*. Bd. 90. 1902, p. 209.

(3) Tout au contraire, il est soutenu par Janse que le champignon s'alimente de l'amidon des tissus infestés et le fait disparaître (*l. c.*, p. 116, 182). Il faut de nouvelles recherches sur ce fait-ci.

BIBLIOGRAPHIE

COSTANTIN et LUCET. — **Sur le Sterigmatocystis pseudonigra.** (*Bull. Soc. mycol.*, 1903, p. 33-44).

Cette nouvelle espèce a été obtenue en semant des croûtes épidermiques d'un cheval teigneux. Elle est très voisine du *Sterigmatocystis nigra,* mais elle s'en distingue par ses fructifications plus clairsemées à la surface du thalle.

STAHL (E.). — **Der Sinn der Mycorrhizenbibdung, eine vergleichend biologische Studie** *Jahrb. f. wissensch, botanich.* XXXIV, 1909, 539, 668). **La signification de la formation des mycorrhizes, étude de biologie comparée.**

Le rôle que jouent les mycorrhizes est encore entouré de mystère.

Comme les mycorrhizes paraissent se développer plus abondamment dans les terrains riches en humus et que, d'autre part, les champignons ne peuvent, comme les plantes à chlorophylle, se créer des aliments organiques et les empruntent tout formés au sol ou aux substratums, l'on pense généralement que le rôle des mycorrhizes est de procurer à la plante des matières organiques et qu'ils sont mieux que tous autres organismes adaptés à cette fonction.

Le travail que publie le savant professeur d'Iéna combat cette opinion et tend à démontrer que le rôle des mycorrhizes consiste à fournir à la plante des matières minérales.

C'est un travail considérable passant en revue toutes les familles végétales et très riche en matériaux et en faits observés, ainsi que très longuement documenté au point de vue de la bibliographie.

Les plantes à mycorrhizes sont extrêmement nombreuses. Toutefois elles peuvent se diviser en deux catégories. Les unes portent constamment des mycorrhizes, tandis que d'autres n'en présentent qu'accidentellement : l'auteur appelle les premières *mycotrophes obligatoires* et les dernières *mycotrophes facultatives.*

Quand on compare les plantes *non mycotrophes* avec les plantes *mycotrophes,* on constate un certain nombre de différences qui toutes semblent indiquer une *circulation d'eau* beaucoup plus intense chez les plantes *non mycotrophes.* Ainsi leurs racines sont fort développées; elles possèdent de nombreux poils radiculaires ; leurs feuilles transpirent énergiquement et sont même souvent pourvues de stomates qui sécrètent de l'eau à l'état liquide. De plus, leurs tissus sont d'ordinaire riches en matières amylacées et pauvres en sucre, ce qui est une condition favorable à la transpiration ; car on sait que l'accumulation du sucre a pour effet le ralentissement de cette dernière fonction physiologique.

Le fait que les plantes mycotrophes transpirent moins que les autres et sont par conséquent moins bien alimentées en sels nutritifs, fait présumer que le service que le champignon symbiotique rend à son hôte consiste à remédier à l'insuffisance de la transpiration : soit qu'il lui cède directement les sels bruts puisés dans le sol riche en humus ou bien qu'il lui fournisse, sous forme de matières organiques, les produits résultant de l'assimilation de ces sels.

M. Stahl incline en faveur de cette seconde hypothèse, car les plantes mycotrophes sont, en général, beaucoup moins riches en cendres que les végétaux cultivés.

Dans le chapitre « la lutte pour les sels nutritifs », M. Stahl nous explique comment il comprend ce rôle des mycorrhizes.

Il existe entre les plantes et les champignons qui croissent dans l'humus des forêts, bruyères, tourbières une concurrence pour l'accaparement des sels que contiennent déjà sous une forme concentrée les débris végétaux de toutes sortes qui composent cet humus. L'avantage dans cette lutte doit se trouver du côté des champignons qui paraissent mieux armés dans ce but. Leurs filaments mycéliens possèdent, en effet, des propriétés chimiotactiques dont paraissent privées les racines des plantes vasculaires; les champignons jouissent donc de cette supériorité, c'est d'être capables d'aller à la recherche des sels nutritifs.

Les plantes à transpiration très active sont seules capables, dans les sols riches en humus, de lutter avec succès par leurs propres moyens contre les champignons. Quant aux plantes à transpiration faible, elles ne peuvent subsister dans ces conditions que par le secours que leur prêtent leurs champignons symbiotiques.

Les plantes, en général, se développent beaucoup plus vite et plus vigoureusement dans l'humus stérilisé (1) que dans l'humus non stérilisé. La cause en est que les plantes dans le premier cas sont mises, par la stérilisation de l'humus, à l'abri de la concurrence des filaments mycéliens qui y existent habituellement en grande quantité.

Nous pensons intéresser nos lecteurs en leur donnant un résumé d'une partie du travail du professeur Stahl. Il passe en revue les plantes pourvues de mycorrhizes et il étudie, comparativement aux autres plantes pourvues de mycorrhizes, le pouvoir qu'elles ont d'excréter de l'eau ou, sous l'influence des rayons solaires, de former de l'amidon.

I. Cryptogames.

Hépatiques. — Toutes les Jungermanniacées étudiées ont présenté des mycorrhizes (à l'exception seulement du *Jungermannia bidentata*); leurs feuilles sont riches en sucre. Au contraire, les Marchantiacées ne présentent pas de mycorrhizes; leurs feuilles sont riches en amidon.

Fougères. — L'*Ophdoglossum vulgatum* et les *Botrychium* présentent des mycorrhizes; il offrent un faible développement des vaisseaux aquifères : ils paraissent n'avoir qu'une faible évaporation d'eau (car ils ne donnent pas, — quand on les recouvre d'une cloche de verre, — de condensation d'eau). Au contraire, nos Polypodiacées indigènes (*Polypodium vulgare*, *Aspidium Filix-Mas*, *Aspidium Thelypteris*, *Asplenium Filix-Fœmina*, *Pteris aquilina* et l'*Osmundaregalis*) se sont montrés privés de mycorrhizes.

Quant aux deux Hydroptérides, *Marsilea quadrifolia* et *Pilularia globulifera*, qui transpirent abondamment l'eau, elles n'ont pas de mycorrhizes.

(1) Dans ses expériences, M Stahl obtenait la stérilisation de l'humus en l'exposant à des vapeurs d'éther et de chloroforme qui y tuaient tous les filaments mycéliens.

Equisétinées. — Les *Equisetum* se sont montrés dépourvus de mycorrhizes.

Lycopodinées. — Tandis que les prothalles des Lycopodes présentent dans leurs organes d'absorption des champignons endophytes plus ou moins abondants, l'on n'a pu rencontrer aucun champignon dans les organes de végétation des sporophytes (le *Lycopodium inundatum* excepté). D'après Bruchmann, nos Lycopodes indigènes n'hébergent aucun champignon, et Janse est arrivé au même résultat pour les trois espèces de Java qu'il a étudiées.

Quant aux Sélaginelles, des deux espèces répandues dans les Alpes l'une, le *Selaginella Helvetica*, avec son système de racines abondamment pourvues de longs poils absorbants, ne possède pas de mycorrhizes, tandis qu'au contraire le *Selaginella spinulosa*, chez lequel tous ces organes d'absorption font défaut, offre d'abondants mycorrhizes.

Chez tous ces cryptogames vasculaires, on trouve la confirmation de la règle que tous les végétaux privés de mycorrhizes forment de l'amidon dans leurs feuilles. Il suffit d'exposer des *Equisetum* pendant quelques heures à la lumière du soleil pour constater la formation d'une grande quantité d'amidon dans leurs grains de chlorophylle. Les *Marsilea quadrifolia* et le *Pilularia globulifera*, privés aussi de mycorrhizes, se comportent de même. Chez les Polypodiacées indigènes et l'*Osmunda regalis*, privés de mycorrhizes, il en est encore de même, tandis qu'au contraire l'*Ophioglossum vulgatum* et le *Botrychium Lunaria*, exposés longtemps à la lumière, ne présentent d'amidon que dans les cellules de l'ouverture des stomates. Les Lycopodes produisent aussi de l'amidon ; il en est ainsi même du *Lycopodium inundatum*, la seule espèce pourvue de mycorrhizes, qui constitue ainsi une exception à la règle que nous avons posée plus haut. Chez les Sélaginelles, le *Selaginella spinulosa* pourvu de mycorhizes ne présente pas après l'exposition à la lumière, la moindre trace d'amidon, tandis que le *Selaginella Helvetica* en fournit abondamment.

II. Monocotylédones

Orchidées. — Celles qui n'ont qu'un seul tubercule, qu'il soit entier ou digité, présentent d'abondants mycorrhizes, tels sont les genres *Orchis*, *Ophrys*, *Himanthoglossum*. Il en est autrement chez celles qui ont de nombreuses racines, tels sont les *Epipactis palustris*, *E. latifolia*, *E. rubiginosa*, *Cypripedium Calceolus*, qui, au contraire, ne montrent que de maigres formations mycéliennes : la plupart des racines des rhizomes de ceux-ci (environ les 2/3) ne présentent pas de mycorrhizes et certains individus en sont complètement dépourvus. Le développement des mycorrhizes paraît, du reste, être en relation avec la présence de l'humus dans le sol. C'est ainsi qu'on peut les voir apparaître même chez des Orchidées vertes à rhizomes traçants, tels que les *Cephalanthera rubra*, *C. grandiflora*, *Goodyera repens*, et envahir chez elles, non seulement les racines, mais encore le rhizome. Certaines circonstances démontrent combien les genres *Orchis*, *Ophrys*, *Platanthera* évaporent difficilement l'eau ; c'est la difficulté qu'on a à les dessécher en herbier, si on ne les a pas plongées auparavant dans l'eau bouil-

lante ou dans l'alcool. Et aussi cette autre circonstance que ces genres croissent dans les localités sèches. L'auteur a constaté que des exemplaires d'*Orchis Morio*, *O. fusca*, *O. latifolia*, *Ophrys muscifera*, *Platanthera bifolia* ne donnent point (quoique leurs racines soient arrosées) d'eau de condensation, quand on les place sous des cloches de verre, et cela en mai et juin, c'est-à-dire à l'époque où le courant circulatoire doit être le plus actif. Les *Cephalanthera grandiflora*, *C. rubra*, *Goodyera repens* ont donné le même résultat. Cependant les cellules de ces plantes étaient si remplies d'eau que celle-ci apparaissait en gouttelettes aussitôt que l'on pratiquait à l'épiderme de la plante de légères blessures. A la différence de ces trois dernières espèces, pourvues de rhizomes, les espèces suivantes pourvues aussi de rhizomes donnent dans les matinées humides et sans qu'on les couvre d'aucune cloche de verre, d'abondantes gouttelettes d'eau perlant à l'extrémité de leurs feuilles : ce sont *Epipactis palustris*, *E. latifolia*, *E. rubiginosa*, *Listera ovata*, *Cypripedium Calceolus*. Ces plantes portent sur leurs rhizomes de longues racines, qui s'enfoncent profondément; on y constate que les vaisseaux y sont beaucoup plus développés que chez les organes correspondants des Orchidées pourvues de tubercules. Il en est de même des espaces intercellulaires.

D'après les recherches de Meyer, l'*Orchis fusca* a des feuilles riches en sucre : il en est de même, d'après les recherches de l'auteur, d'un grand nombre d'Orchidées à bulbe qui ne présentent d'amidon que dans les cellules de l'ouverture des stomates. Au contraire, le *Cypripedium Calceolus*, qui transpire beaucoup et qui est pauvre en mycorrhizes, montre de nombreux grains d'amidon après quelques heures d'exposition à la lumière. Chez l'*Epipactis palustris* et l'*E. rubiginosa*, qui ont une forte transpiration, l'auteur n'a trouvé, après l'exposition au soleil, d'amidon que dans les cellules de l'ouverture des stomates, tandis que l'*Herminium Monorchis*, riche en mycorrhizes, a produit une grande quantité d'amidon.

A l'exception du *Goodyera repens* qui vit à l'ombre, entre des coussinets de mousse, sur un sol riche en humus, les espèces à mycorrhizes ont une période de végétation aérienne réduite à quelques semaines. Chez les Orchidées à bulbe, le feuillage meurt aussitôt après la floraison. Il en est tout autrement chez l'*Epipactis palustris*, l'*E. latifolia* et l'*E. rubiginosa* dont le feuillage persiste et reste vert bien avant dans l'automne et chez lesquels les fonctions d'assimilation peuvent ainsi s'exercer pendant un beaucoup plus long espace de temps; aussi ces plantes peuvent-elles se passer de mycorrhizes. La difficulté que l'on éprouve à cultiver certaines Orchidées s'applique surtout à celles à mycorrhizes qui sont pauvres en chlorophylle ou qui affectionnent les sols secs, et s'explique, d'après l'auteur, par l'impossibilité de fournir dans les jardins les conditions favorables et nécessaires aux champignons spéciaux dont leur existence dépend. On y réussit parfois en transportant en motte une partie du sol lui-même où ils végètent.

Autres familles de monocotylédones à mycorrhizes possédant des bulbes. — Les liliacées, les colchicacées, les iridacées, les amaryllidées et les aracées, que l'auteur a recueillies en Allemagne, lui ont

presque toutes offert des mycorrhizes; tandis que les filaments mycéliens occupent souvent chez les orchidées tout le parenchyme de l'écorce, ils sont, au contraire, chez les liliacées et les amaryllidées réunis en faisceaux, laissant entre eux des espaces complètement libres de mycélium. Leurs feuilles gorgées de suc retiennent l'eau avec une grande énergie, ce qui leur permet de résister à la sécheresse: leurs racines sont souvent privées de poils absorbants et sont à peine ramifiées; la sécrétion d'eau par les feuilles fait défaut (ce que l'auteur a constaté chez les genres *Crocus*, *Tulipa*, *Scilla*, *Hyacinthus*, *Colchicum*, *Lencojum*, *Galanthus*, *Narcissus*. Les *Colchicum autumnale* et *Tulipa Gesneriana* n'ont, après l'exposition au soleil, présenté d'amidon que dans les cellules de l'ouverture des stomates. Le *Tofieldia calyculata*, dont l'existence, surtout dans la plaine, est liée à un sol humide, ne présente pas de mycorrhizes et produit en abondance de l'amidon dans ses grains de chlorophylle. Il en est de même du genre *Funkia*.

Dans la famille des aracées, les mycorrhizes font défaut chez deux plantes hygrophiles, l'*Acorus Calamus* et le *Calla palustris*. Le *Calla* produit beaucoup d'amidon à la lumière et sécrète à l'extrémité de ses feuilles, durant la nuit, de grosses gouttes d'eau; l'*Acorus*, au contraire, ne fournit pas d'amidon et cependant fournit beaucoup d'eau d'évaporation. Chez l'*Arum maculatum*, qui est constamment pourvu de mycorrhizes, l'on observe, dans les conditions les plus favorables, l'absence d'évaporation d'eau et de formation d'amidon, même aux stomates.

La facilité toutefois avec laquelle les plantes de ces familles se laissent cultiver semble indiquer que pour leur nutrition elles peuvent, plus facilement que les orchidées, se passer du secours des champignons.

Famille de monocotylédones non mycotrophes. — Chez les graminées, il n'y a que peu d'espèces pourvues de mycorrhizes et l'on n'en connaît pas chez les juncacées et les cypéracées. Ces familles présentent un puissant système de racines pourvues de longs poils absorbants. L'on peut observer l'excrétion d'eau à l'extrémité des feuilles chez beaucoup de cypéracées et de juncacées (*Scirpus sylvaticus*, *Carex acuta*, *C. hirta*, *C. vulpina*, *Juncus filiformis*). Grâce aussi à leurs feuilles toujours vertes la transpiration s'effectue en tout temps. Chez les espèces où l'excrétion d'eau manque (*Scirpus lacustris*), l'on constate une grande quantité d'eau dans des chambres à air spéciales. Chez ces deux familles, on constate aussi une abondante production d'amidon par les feuilles.

III. Dicotylédones.

A. *Familles de dicotylédones herbacées pourvues en général de mycorrhizes.*

Gentianées. — L'auteur considère cette famille comme étant, au point de vue de la question des mycorrhizes, aussi importante que la famille des orchidées.

Il a rencontré des mycorrhizes dans toutes les espèces indigènes qu'il a étudiées dans le genre *Gentiana*, ainsi que dans l'*Erytraea Centaurium* et le *Chlora perfoliata*. Le système radicellaire est peu développé; l'auteur n'a rencontré de poils absorbants que

chez le *Gentiana germanica*, où ils sont clairsemés par places. Leurs vaisseaux étant très réduits, les *gentianées* ne peuvent que difficilement absorber l'eau, et par suite ne peuvent végéter que dans des sols frais et où la rosée entretient la fraîcheur. Elles retiennent fortement l'eau. Elles n'excrètent point d'eau. Elles ne forment point d'amidon à la lumière (à peine des traces chez *G. tenella* et *G. obtusifolia*). Elles présentent une anomalie qui consiste en ce que les tubes criblés ne se rencontrent pas seulement dans les faisceaux vasculaires, mais encore dans la moelle et même dans le corps du bois.

Au contraire, le *Limnanthemum nymphaeoides* et le *Menyanthes trifoliata* sont dépourvus de mycorrhizes; leurs feuilles forment de l'amidon à la lumière. Le *Menyanthes* présente des poils absorbants (quoique ceux-ci manquent souvent chez les plantes de marais); il ne présente pas l'anomalie que nous avons mentionnée plus haut relativement à la distribution des tubes criblés chez les gentianées à mycorrhizes.

Polygalées. — L'on avait attribué la difficulté qu'on éprouve à cultiver nos espèces indigènes à un prétendu parasitisme; cependant l'auteur n'a pu découvrir chez elles aucun suçoir. Par contre, il a trouvé des mycorrhizes endotrophes chez le *Polygala vulgaris*, le *P. amara* et le *P. chamaebuxus*. Ces espèces n'excrètent point d'eau, ne forment pas d'amidon. Aussi l'auteur les considère-t-il comme des végétaux mycotrophes obligés.

B. *Familles herbacées de dicotylédones manquant complètement ou à peu près de mycorrhizes.*

Crucifères. — L'auteur a reconnu l'absence de mycorrhizes chez *Isatis tinctoria*, *Arabis hirsuta*, *Thlaspi montanum*, *Dentaria bulbigera*, *Cardamine sylvatica*, *Cardamine amara*, *Hutschinsia Alpina*. Chez les Crucifères, il y a abondance de racines et de poils absorbants; excrétion de gouttelettes d'eau par les feuilles; formation d'amidon au soleil. Il en est de même des Fumariacées (*Corydalis lutea*, *C. cava*, *C. solida*) et des Papavéracées (*Chelidonium majus* et espèces du genre *Papaver*).

Saxifragacées. — Le seul *Parnassia palustris* a présenté des mycorrhizes ainsi que, sur quelques racines isolées, le *Saxifraga aizoides*. L'auteur n'en a pas trouvé chez *Saxifraga Aizoon*, *S. caesia*, *S. stellaris*, *S. Seguieri*. Chez ces plantes il y a une forte évaporation d'eau; on constate la formation d'amidon au soleil. Chez les Chrysospléniées et chez les *Saxifraga caesia*, *S. umbrosa*, *S. aizoides*, *S. rotundifolia*, *S. Cymbalaria*, *S. aspera*. Mais, par contre, l'auteur a observé chez certaines espèces (ce qui constitue une exception à la règle) que les plantes dépourvues de mycorrhizes forment de l'amidon au soleil; ces espèces sont : *Saxifraga stellaris*, *S. granulata*, *S. Aizoon*, *S. Cotyledon* et *S. longifolia* qui, quoique n'ayant pas de mycorrhizes, ne forment pas d'amidon.

Crassulacées et quelques autres plantes grasses. — Elles présentent une exception à la règle; en effet, quoique exhalant peu d'eau par évaporation, elles sont dépourvues de mycorrhizes. L'auteur a constaté cette absence chez *Sedum acre*, *S. album*, *S. reflexum*,

S. dasyphyllum, *S. repens*. *Sempervivum Tectorum* et *S. arachnoideum*. — Les Crassulacées ont une cuticule qui ne se laisse pas traverser par l'eau et un petit nombre de stomates qui peuvent se fermer hermétiquement. Aussi résistent-elles à des sécheresses prolongées. Il est toutefois à noter que le développement de leurs racines et de leurs poils absorbants sembleraient favorables à l'absorption d'eau. Exposées au soleil, leurs feuilles diminuent de longueur et de largeur dans la proportion de 6 p. 100, ce qui semble indiquer une transpiration notable. Enfin, la durée de la transpiration, qui s'opère d'une façon constante, compense peut-être sa faiblesse.

Tandis que les Euphorbes à feuilles succulentes ne présentent pas au soleil d'amidon, les Cactées en fournissent, au contraire, en grande quantité dans leurs grains de chlorophylle.

Plantes revêtues de filaments cotonneux. — Presque toutes ces plantes possèdent des mycorrhizes, tels sont les *Gnaphalium*, les *Verbascum*, *V. Lychnitis*; *Stachys Germanica*. Parmi ces plantes cotonneuses, l'auteur n'a constaté l'absence de mycorrhizes que chez les *Lychnis Flos-Jovis* et *Cerastium tomentosum* de la famille des Caryophyllacées. Ces plantes cotonneuses, qu'elles aient ou non des mycorrhizes, forment en abondance de l'amidon, tandis que sur les hautes Alpes la plupart des plantes dépourvues de ce revêtement cotonneux n'en présentent pas trace, même dans les journées de soleil les plus favorables.

Caryophyllacées. — Aucune des espèces examinées n'a présenté de mycorrhizes, ni le *Lychnis Flos-Jovis* ni le *Cerastium tomentosum* que nous venons de mentionner, ni dans la plaine les *Malachium aquaticum*, *Stellaria media*, les *Cerastium*, *Spergularia segetalis*, *Holosteum umbellatum*, *Melandryum rubrum*, *Silene nutans*, *S. inflata*, dans les Alpes les *Gypsophila repens*, *Silene rupestris*, *S. acaulis*. Les Alsinées excrètent beaucoup d'eau; il n'en est pas de même des Silénées, pour certaines espèces desquelles les tubercules qu'elles portent aux racines serviraient de réservoirs d'eau. Les unes et les autres forment de l'amidon au soleil et sont pourvues de nombreuses chevelures de poils absorbants.

Papilionacées. — Elles paraissent être des plantes mycotrophes facultatives, abondamment pourvues de racines et formant de l'amidon. On peut en dire autant des *Renonculacées*, des *Ombellifères*, des *Rosacées*, des *Composées*. L'existence de tubercules à bactéries des légumineuses n'exclut pas les mycorrhizes; on rencontre ceux-ci assez souvent, par exemple chez les *Trifolium*.

C. *Plantes des bois*.

Ericacées. — Elles sont pourvues de mycorrhizes: l'on n'a pas pu constater une excrétion de gouttelettes d'eau chez *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Myrtillus*, ni même chez *V. uliginosum*, alors du moins qu'ils sont adultes; chez toutes ces plantes, la règle que les plantes mycotrophes ne forment pas au soleil de chlorophylle est sans application, de même que chez les autres familles que nous avons encore à examiner. Du reste les Ericacées sont à ranger parmi les mycotrophes facultatives; en effet, des pieds d'*Empetrum nigrum* et de *Vaccinium Myrtillus*, plantés dans de l'humus non stérilisé, se sont

aussi bien développés que ceux qui ont été plantés dans de l'humus stérilisé au préalable par des vapeurs d'éther et de chloroforme.

Conifères. — Tous nos conifères indigènes présentent des mycorrhizes. Les Abiétinées en ont d'ectotrophes; le *Taxus* d'endotrophes et les *Juniperus* ont les deux sortes de mycorrhizes.

Chez les Abiétinées les poils absorbants des racines sont de très longs filaments qui ne naissent qu'à une distance notable du sommet des racines.

Tandis que Frank conteste aux poils absorbants des Conifères et des Cupulifères le pouvoir de nourrir ceux-ci et soutient que ceux-ci périssent s'ils sont privés du secours des mycorrhizes, von Tubœuf soutient, au contraire, que ces poils ont pour fonction, comme les poils absorbants en général, d'agrandir la surface d'absorption des racines qui puisent l'eau et les aliments.

L'auteur pense qu'entre ces deux opinions extrêmes, il faut adopter un juste milieu. Il pense que les conifères sont des mycotrophes facultatifs, que dans des conditions déterminées, notamment dans des sols pauvres en humus, les mycorrhizes peuvent faire défaut, tandis que dans les sols riches en humus et secs, la présence de mycorrhizes peut devenir une condition indispensable à leur existence.

D'après les recherches de Höhnel (1), la transpiration est chez les conifères à feuilles persistantes dix fois moindre que chez les arbres feuillus. Parmi les conifères, seul le Mélèze, dont les feuilles sont caduques, se rapprocherait, sous ce rapport, de ces derniers.

Nobbe (2) a, pour nos trois espèces de conifères les plus importantes, mesuré le nombre de filaments qui composent leur racine et la longueur totale de ceux-ci, au bout de six mois, alors qu'elles avaient été toutes trois plantées dans un sol sablonneux fumé et avaient végété exactement dans les mêmes conditions.

	Nombre de filaments	représentant une longueur totale	Surface totale
Pinus sylvestris (pin).......	2.135	12	20.513mmc
Picea excelsa (épicéa)......	253	2	4.153
Abies pectinata (sapin).....	134	1	2.452

Le *Pinus sylvestris* peut dès la première année enfoncer sa racine principale de près d'un mètre dans un sol sablonneux, tandis que les deux autres conifères ne s'y enfoncent que du tiers.

A la différence du Pin, l'Epicéa est très sensible à l'ardeur du soleil et à la sécheresse. Le Sapin exige un haut degré d'humidité et un climat tempéré, il exige un sol plus profond et plus riche en humus que l'Epicéa.

Dans leurs stations naturelles, l'Epicéa et surtout le Sapin exigent pour leur transpiration des conditions plus difficilement et plus rarement réalisables que le Pin. On s'explique donc que leur nutrition soit sous une dépendance plus directe de la formation de mycorrhizes. Et il en est sans doute encore ainsi, à plus forte raison, du Mélèze (*Pinus Larix*).

(1) Höhnel. *Ueber dos Wasserdedurfniss des Wulden* (*Centralbl. f. das gesammte Forstwesen*. Bd. X. 1884).

(2) Nobbe. *Tharander forstl, Iahrd.*, 1875.

On s'explique ainsi que Frank, dans la Marche de Brandebourg, où le sol est du sable pur, sans humus, ait trouvé que les racines des pins étaient presque constamment dépourvues de mycorrhizes, et que ceux-ci avaient sur la croissance une influence à peine appréciable, et qu'au contraire dans un bon sol forestier il ait constaté que les Pins ne parviennent pas à un développement normal, s'ils sont privés du secours de mycorrhizes.

Espèces des bois feuillus. — Les espèces suivantes sont mycotrophes et ne présentent aucune excrétion d'eau : *Fagus sylvatica, Quercus robur, Corylus avellana, Castanea vesca, Acer Pseudoplatanus, Sorbus aucuparia, Pirus communis, Aesculus hippocastanum, Populus tremula, Carpinus Betulus* (1).

Par contre les espèces suivantes, qui sont dépourvues de mycorrhizes ou qui n'en ont que rarement, excrètent l'eau en quantité plus ou moins abondante. *Salix purpurea, S. triandra, S. capraea, Platanus orientalis, Sambucus nigra, S. racemosa, Vitis vinifera, Ribes petraeum, Tamarix Africana, Fraxinus excelsior, Ulmus montana*.

Toutefois certaines espèces, quoi que presque constamment dépourvues de mycorrhizes, n'excrètent pas d'eau et constituent ainsi des cas d'exception, tels sont : *Liriodendron tulipifera, Tilia ulmifolia, Populus nigra*.

En résumé, les plantes à mycorrhizes se distinguent en ce que, en général, elles ont des racines peu développées ; en ce qu'elles manquent de poils radicaux ; en ce que leurs vaisseaux aquifères sont peu abondants ; en ce que la circulation de l'eau y paraît faible ; en ce qu'elles n'excrètent point de gouttelettes d'eau, même arrosées au pied et recouvertes de cloches de verre ; en ce qu'elles ne forment pas d'amidon, apparaissant dans les grains de chlorophylle, quand on les expose au soleil.

Le courant circulatoire serait insuffisant pour leur apporter les sels minéraux nécessaires à leur nutrition et elles ne pourraient se les procurer que par le secours des mycorrhizes. *R. Ferry*.

GEDŒLST, professeur à l'Ecole vétérinaire de Bruxelles. — **Les champignons parasites de l'homme et des animaux domestiques, 1902, 124 fig.**

Dans l'introduction, l'auteur compare l'action des parasites végétaux à celle des microbes : « Il n'est pas exact, dit-il, de soutenir que les parasites ont pour caractère distinctif de ne pas provoquer la mort de leur hôte qu'ils ont tout intérêt à ménager. Si cette conception est vraie pour la grande majorité des parasites, elle n'est pas vraie d'une manière absolue. Les exemples d'infection mortelle par des parasites sont nombreux. Il nous suffira de citer l'aspergillose, l'actinomycose, le farcin du bœuf, certaines blastomycoses (farcin du Japon, farcin d'Afrique, etc.). » Après des considérations générales, il donne pour chaque espèce l'historique, la description botanique exacte et détaillée, les symptômes de la maladie qu'elle détermine, les résultats des cultures pures, ainsi que des essais d'infection expérimentale et enfin la technique à employer soit pour

(1) Le *Carpinus Betulus* sécrète une très faible quantité d'eau par les dents des feuilles.

l'isoler des tissus et en reconnaître les caractères, soit pour en obtenir des cultures.

I. Phycomycètes.

Les mucoracées déterminent assez souvent des mycoses des voies aériennes chez les oiseaux ; chez l'homme, on les a quelquefois observées dans l'oreille et rarement dans les viscères.

Les spores des *Mucor corymbifer*, *Mucor pusillus*, *Rhizopus Cohni*, injectées dans le torrent circulatoire, déterminent la mort en deux ou trois jours chez les lapins. Le chien, au contraire, est complètement réfractaire. « L'infection, ainsi réalisée par la voie expérimentale, se différencie très nettement des infections microbiennes ; tandis que l'intensité de celles-ci est, en grande partie, indépendante de la quantité d'éléments virulents introduits dans l'organisme, l'intensité de celle-la, au contraire, est exactement proportionnelle à la quantité de spores injectées. Chacune de celle-ci, en effet, grossit, mais ne se reproduit pas. Dans les infections mycosiques, il n'y a pas multiplication des germes et par conséquent de généralisation secondaire. »

Ascomycètes.

A. — Saccharomycétinées.

Des Saccharomyces de diverses formes ont été parfois rencontrés dans des tumeurs ou des inflammations des muqueuses. Le plus important est l'*Endomyces albicans*, agent du *Muguet* (voir *Revue mycol.*, année 1879, p. 43) (1). Le *Cryptococcus farciniosus* Rivolta et Micellone est l'agent de la *lymphangite épizootique*, *farcin de rivière* ou *farcin d'Afrique* que l'on observe chez le cheval et chez le mulet. Le *Cryptococcus* qui a fait le plus de bruit, mais dont l'action pathogène est contestée, est le *Cryptococcus Plimmeri* Constantin, auquel se rattache la théorie blastomycélienne du cancer (2).

B. — Plectasinées.

I. *Gymnoascées.*

On ne connait de périthèces que chez *Eidamella spinosa* qui produit une lésion teigneuse chez le chien (voir *Rev. mycol.*, 1902, p. 25). Chez d'autres espèces telles que le *Trichophyton* du cheval, on observe seulement des périthèces avortés reconnaissables (d'après MM. Matruchot et Dassonville) (3) aux *tortillons spiralés* et aux *crosses ramifères* tout à fait pareils à ceux qui entourent les périthèces d'une gymnoascée, le *Ctenomyces serratus* Eidam. De ces filaments spiralés qui enveloppent les fruits conidiens (pycnides ?), ces auteurs ont fait la caractéristique du genre *Trichophyton*. Dans ce genre figurent le *Trichophyton tonsurans* Malmsten, qui détermine 42 p. 100 des cas de teigne tondante de l'enfant ; *Tr. Sabouraudi*,

(1) Vuillemin. *Les formes du champignon du Muguet.*

(2) Cette théorie serait fort contestable d'après les recherches de M. le Dr Potron « *A propos des Blastomycetes dans les tissus* », recherches dont nous donnerons plus loin l'analyse.

(3) Matruchot et Dassonville. *Sur un nouveau trichophyton produisant l'herpes chez le cheval. Rev. Mycol.* 1899, p. 70. — *Position systematique du genre Tricophyton, Rev. mycol.* 1899, p. 138.

que l'on rencontre dans 30 p. 100 des cas de teigne tondante de l'enfant ; le *Tr. mentagrophytes*, qui cause chez le cheval une folliculite suppurée expulsive qui est transmissible à l'homme ; il existe encore diverses autres Trichophyties des animaux transmissibles à l'homme. Le genre *Microsporum* se distingue du genre *Trychosporum*, notamment en ce que les conidies, longuement ovalaires (fuseaux), que l'on obtient dans la culture, ont une paroi épaisse couverte le plus souvent de granulations ou d'aspérités. Les renflements mycéliens possèdent aussi, par places, des renflements piriformes. Le *Microsporon Audouini* Grüby-Sabouraud produit la tondante rebelle de l'enfant. L'*Achorion Schönleini* Lebert est l'agent du *favus ;* il se distingue par plusieurs caractères du *Trichophyton*. Sabouraud a résumé ces caractères différentiels dans le tableau suivant :

MORPHOLOGIE COMPARÉE

Achorion.	*Trichophyton.*
1° Irrégularité de forme de la cellule mycélienne, tantôt mince et longue, tantôt grosse et courte ;	1° Régularité de forme de la cellule mycélienne ;
2° L'enveloppe cellulosique des cellules n'est figurée que par un vide ;	2° Le double contour de l'enveloppe cellulaire est évident ;
3° Les filaments mycéliens sont flexueux et ondulés ;	3° Les filaments sont rectilignes ;
4° Leur ramification s'opère par tri et tétratomie.	4° Leur ramification se fait par dichotomie.

II. Aspergillacées.

1. Plusieurs espèces d'*Aspergillus* déterminent des affections de l'oreille (voir *Rev. mycol.*, 1903, p. 119) (1).

Quelques-unes (2) ont une action pathogène généralisée ; ces aspergilloses se produisent dans l'appareil respiratoire, surtout chez les oiseaux, plus rarement chez les mammifères ; elles présentent des lésions analogues à celles de la tuberculose bacillaire de Koch. Ce sont essentiellement des granulations dont le centre est occupé par des touffes de filaments mycéliens entourées par des cellules épithéliales, des cellules géantes et des leucocytes. La rate, les reins, le tissu musculaire peuvent être envahis.

2. A côté des *Aspergillus* viendrait se ranger, par la forme de l'appareil conidien, le *Lepidophytum concentricum*, agent de la teigne imbriquée dans l'archipel malais.

3. La forme de leur appareil conidien en rapproche aussi les parasites des *Caratis*, dermatoses particulières à certains districts miniers de l'Amérique centrale.

III. *Fungi imperfecti.*

Parmi ceux que l'auteur a traités, nous citerons seulement les plus importants :

1. *Discomyces Bovis* Rivolta. C'est le champignon de l'*actino-*

(1) Maurin. L'*Otomycose et son traitement par le permanganate de potasse.*

(2) *Aspergillus fumigatus*, *A. flavescens*, *A. subfuscus*, *A. nidulans* et *A. malignius*.

mycose, surtout fréquente chez le bœuf, le cheval, le porc et transmissible à l'homme. Il forme au sein des tissus des granulations ayant d'ordinaire la dimension de fins grains de sable. Elles constituent de petites masses à structure radiée vers la périphérie où les filaments se terminent en massue. La partie centrale est constituée par des filaments enchevêtrés qui se ramifient en dichotomie et qui se fractionnent en bâtonnets allongés ou arrondis comme des micro-coques ; dans les cultures, ces bâtonnets se dissocient en une série d'éléments globuleux (spores). L'infection naturelle paraît se rattacher à l'introduction dans les tissus de fragments végétaux divers portant le parasite (barbes d'épis, glumes, etc.). On sait, du reste, que le champignon de l'actinomycose se développe avec une très grande facilité sur les céréales et s'y conserve pendant très longtemps avec toute sa vitalité.

Ce qui caractérise l'actinomycose, ce sont ces éléments en forme de massue qui limitent vers la périphérie les granulations. Mais on a observé des affections dont l'allure clinique est identique à celle de l'actinomycose, mais dont le parasite, tout en appartenant au genre *Discomyces*, est spécifiquement différent des champignons de l'actinomycose. On a nommé ces affections pseudomycoses.

Le *Discomyces farcinianus* de Toni et Trevisan détermine une affection spéciale à la race bovine, le *farcin du bœuf*, qui, assez répandue autrefois en France, y est devenue très rare. Elle sévit à la Guadeloupe et à l'île Maurice. Dans le pus et les nodules tuberculiformes qui parsèment les organes malades (poumons, foie, rate, ganglions), le parasite se présente sous la forme de filaments mycéliens très fins (0-2-0,3 μ), ramifiés, rayonnant autour d'un noyau opaque.

Le *Discomyces Maduræ* cause la maladie de l'homme connue sous le nom de « pied de Madura », qui paraît endémique dans certaines régions de l'Inde et qui a été retrouvée en Algérie, en Sénégambie et en Cochinchine. Elle est caractérisée par des lésions spéciales du pied, d'où s'écoule un liquide purulent contenant des granulations du volume d'un grain de semoule. La sporulation en spores arrondis et réunis en chaînes s'observe dans les cultures en bouillon de foin.

Le *Discomyces Försteri*, rencontré dans les conduits lacrymaux, où il forme de petites masses tantôt molles, tantôt calcifiées, est encore mal connu.

Le *Microsporum minutissimum* est, d'après Sabouraud, l'agent de l'*Erythrasma* où il se rencontre dans les squames épidermiques.

Le *Malazessia Furfur* Robin est l'agent du *Pityriasis versicolor* ; il siège dans la couche cornée de l'épiderme et peut atteindre jusqu'au corps muqueux qu'il ne dépasse jamais.

Le genre *Trichosporum* a été créé par Behrend pour des champignons qui se développent sur les cheveux et forment sur le trajet de ceux-ci des nodosités qui engainent le cheveu et se perçoivent facilement quand on étire le cheveu entre les doigts (voir *Rev. mycol.*).

Le *Trichothecium roseum* Pers. a été trouvé dans l'oreille humaine. D'après Siebenmann, il appartient au cycle du *Verticillum Graphii*, rencontré fréquemment dans l'oreille.

Le *Monilia Kochi* von Wettstein a été rencontré dans l'estomac et peut vivre dans le suc gastrique. *R. Ferry.*

Pozzi-Escot. — **Etat actuel de nos connaissances sur les oxydases et les réductases, 1902.**

L'intérêt qui s'attache aux diastases a provoqué chaque année la publication d'un grand nombre de travaux sur les diastases, il était donc nécessaire que M. Pozzi-Escot donnat un complément à son premier ouvrage. Il l'a fait en 1902 dans le volume que nous venons de citer.

Dans le chapitre I. il expose les propriétés générales des diastases.

Dans le chapitre II, il traite d'une diastase que M. de Rey-Pailhade a appelé *philothion,* que M. Pozzi-Escot range parmi les diastases réductrices ou *réductases* et qui ne serait autre que la *catalase* de M. Lœwe. Nous avons donné ci-après une courte analyse de ce chapitre.

Dans le chapitre III, il mentionne la *jacquemase,* autre diastase réductrice, qui serait assez généralement répandue dans les moisissures et les autres végétaux et qui ne différerait guère du philothion que parce qu'elle n'hydrogène pas le soufre. Elle jouit des autres propriétés des réductases, notamment elle transforme le nitrobenzol en phénylamine.

Dans les chapitres IV, V, VI et VII, il expose les belles recherches de MM. Bertrand et Bourquelot sur la laccase et la tyrosinase.

Dans le chapitre VIII, il étudie les diverses espèces de *casses* des vins rouges et spécialement celle qui est dûe à l'œnoxydase.

Dans le chapitre IX, il rappelle les quelques notions que l'on possède sur l'oxydase qui produit le noircissement des pommes et qui peut déterminer aussi le noircissement du cidre ; cette oxydation est accompagnée d'une absorption d'oxygène et d'un dégagement d'acide carbonique.

Dans le chapitre X, les notions encore incomplètes que Grüss a fournies sur l'oxydase du grain d'orge pendant sa germination (spermase).

Dans le chapitre X l'auteur rappelle au sujet des diastases oxydantes de l'organisme, les travaux de Jacquet (1892), ainsi que ceux d'Abelous et de Biarnès (1894) d'après lesquels le sang n'oxyde pas les corps oxydables, tels que l'aldéhyde salycilique, mais cette oxydation se produit aussitôt activement, dès qu'on ajoute au sang de l'extrait aqueux fait à froid de plusieurs organes. Cette oxydation devrait être attribuée à une oxydase que contiendraient ces organes. Elle constituerait un intermédiaire nécessaire entre l'oxygène de l'hémoglobine et les composés oxydables des organes.

Enfin, dans la chapitre XI, l'auteur expose les considérations qui le portent à admettre que dans les plantes ce sont les diastases réductrices qui opèrent la réduction des nitrates.

Il pense en outre que les hydrogénases, quand elles ont cédé de leur hydrogène à certains corps, sont capables de se régénérer en empruntant une quantité équivalente d'hydrogène à d'autres corps.

Le philothion, diastase réductrice, d'après les travaux de M. de Rey-Pailhade et de M. Pozzi-Escot

Découverte. — M. de Rey-Pailhade (1) a été le premier à attirer

(1) De Rey-Pailhade. *Sur la formation de l'hydrogène sulfuré dans l'organisme à la suite de l'ingestion du soufre, 1885. — Sur un corps organique hydrogénant le soufre à froid* (C. R. Ac. Sc. 11 juin et 2 juillet 1888.)

l'attention sur une hydrogénase qu'il appela *philothion*. M. Pozzi-Escot a repris cette étude à partir de 1902 et a découvert un grand nombre de faits nouveaux.

Préparation. — Pour obtenir le philothion en solution très active, voici le procédé employé par M. Pozzi-Escot :

On traite 500 gr. de levure pressée par 100 à 150 gr. de saccharose en poudre ; on triture la masse en refroidissant ; bientôt la plasmolyse devient très vive, il se produit une liquéfaction complète de la masse ; on transvase le tout dans un vase à précipité à bords très élevés, on additionne d'une petite quantité de thymol et on abandonne pendant 12 heures. Pendant ce temps la sucrase et la zymase de la levure agissent sur le saccharose et provoquent une fermentation très active avec un très fort boursoufflement de toute la masse. Cette fermentation terminée, on additionne d'un peu d'eau et on filtre. On a ainsi une solution très active.

M. Pozzi a constaté que la levure qui a vécu à l'air est beaucoup plus pauvre en réductase que celle qui a eu une vie anaérobie. C'est ainsi que la levure de panification est relativement beaucoup plus pauvre que la levure de bière basse.

La liqueur qu'on obtient de ces divers traitements est légèrement acide ; de 1 à 3 grammes d'acidité exprimée en acide sulfurique par litre. C'est dans ces conditions qu'elle est la plus active. Si l'on veut une solution extrêmement active, on peut précipiter la diastase et dissoudre le précipité dans une toute petite quantité d'eau.

Toutefois, comme il est difficile de précipiter les réductases par l'alcool et que pour y parvenir il est nécessaire d'employer une énorme quantité de celui-ci, M. Pozzi-Escot préfère les sulfates d'ammonium ou de magnésium ou encore la méthode de Cohnheim ou de Danilewski.

Propriétés. — Ce qui a tout d'abord attiré l'attention de M. de Rey-Pailhade sur cette réductase, c'est la propriété qu'elle possède d'hydrogéner le soufre libre et de le transformer ainsi en hydrogène sulfuré.

Quel est le mécanisme de cette action hydrogénante ?

Elle tient certainement à l'affinité que le philothion présente pour l'oxygène. Cette affinité est telle que le philothion décompose l'eau, se combine avec l'oxygène et met en liberté l'hydrogène qui se porte sur certains corps susceptibles d'être hydrogénés.

Cette affinité du philothion pour l'oxygène est mise en évidence par plusieurs faits. Ainsi 1° le philothion s'altère rapidement au contact de l'air, tandis qu'il se conserve beaucoup plus longtemps dans une atmosphère d'hydrogène, d'azote ou d'acide carbonique ;

2° D'autre part, on se rend facilement compte de l'absorption (hydrogénation) de l'oxygène dissous dans l'extrait de philothion, en opérant, par la méthode de Schützenberger, une série de dosages de cet oxygène dissous ;

3° Le philothion peut s'emparer directement de l'oxygène de certains corps et les transformer en composés moins oxygénés ; ainsi il réduit les arséniates à l'état d'arsénites, les iodates et les bromates à l'état d'iodures et de bromures ;

4° Il décompose très activement l'eau oxygénée, comme nous le verrons plus loin.

Cette propriété que le philothion possède d'*hydrogéner* un certain nombre de corps est très caractéristique ; il abaisse ainsi la proportion d'oxygène qu'ils contiennent ou, en d'autres termes, il les transforme en composés moins oxygénés : il les réduit. C'est pour ce motif que M. Pozzi-Escot place le philothion dans la catégorie des diastases réductrices, qu'il nomme *réductases*.

Ainsi le philothion hydrogène l'indigo bleu et le ramène, par suite, à l'état d'indigo blanc qui contient deux atomes d'hydrogène en plus.

Indigo bleu......................	$C^{16}H^{10}Az^{2}O^{2}$
Indigo blanc......................	$C^{16}H^{12}Az^{2}O^{2}$

Il réduit et décolore de même la teinture de tournesol.

Il hydrogène la nitro-benzine et la transforme en aniline.

Il décolore aussi la résine de gaïac colorée en bleu par un agent oxydant, diastasique ou minéral (1).

Le philothion hydrogène non seulement le soufre, mais encore un certain nombre d'autres métalloïdes voisins du soufre, tels que le silénium, le tellure, l'arsenic et le phosphore.

En ce qui concerne le soufre, M. Pozzi-Escot a pu obtenir, avec 100 centimètres cubes de liqueur active de philothion, 19 centimètres cubes d'hydrogène sulfuré.

Action du philothion sur l'eau oxygénée. — Le philothion décompose l'eau oxygénée. Il se dégage de l'oxygène pur. M. Pozzi-Escot a étudié la marche de la réaction :

Il a constaté que 100 centimètres cubes de solution d'hydrogénase, agissant sur un excès d'eau oxygénée, donne :

Dans la 1re minute un dégagement de......	68 cm.
2e — —	25 cm.
3e — —	27 cm.
4e — —	18 cm.
5e — —	11 cm.
6e — —	11 cm.
7e — —	9 cm.
8e — —	9 cm.
9e — —	6 cm.

Au bout de 40 minutes, son action sur l'eau oxygénée devient nulle.

Il était intéressant de connaître les substances paralysantes. Dans les essais suivants, on a indiqué le temps nécessaire pour obtenir 40 centimètres cubes d'oxygène avec 10 centimètres cubes de philothion, 0 gr. 5 des différents sels et un excès d'eau oxygénée.

Essai témoin..........................	0 h. 45 min.
Bichlorure de mercure..................	temps infini.
Azotate d'argent........................	temps infini.
Chlorure de calcium....................	3 h. 25 min.
Phosphate acide de potasse............	4 » 54 »
Chlorure de manganèse..................	5 » 03 »
Chlorure de sodium.....................	5 » 08 »
Chlorure de potassium..................	5 » 12 »
Azotate de potasse.....................	11 » 20 »

(1) On sait que la résine de gaïac contient un acide, l'acide gaïaconique qui, sous l'influence des agents oxydants, se transforme en un complexe assez mal défini connu sous le nom de gaïacosonide, d'une belle couleur bleue.

D'une façon générale, ce sont les sels à réaction acide qui sont les paralysants les plus énergiques, puis viennent les nitrates. Le chlorure mercurique et l'azotate d'argent ont une actien dépressive très puissante.

Le chloroforme en grand excès a une action paralysante sensible.

Un acide minéral ou un acide organique fort, l'acide acétique par exemple, agit comme un paralysant intense. Inversement, de légères traces d'alcali augmentent considérablement l'activité du philothion, à condition de ne pas dépasser une alcalinité infinitésimale.

Abondance des réductases chez les êtres vivants. — Le philothion, d'après M. Rey Pailhade, est fréquent dans les tissus animaux. Le blanc d'œuf broyé avec du soufre produit instantanément beaucoup d'hydrogène sulfurée : si on traite le blanc d'œuf par l'alcool, il se coagule et ne dégage presque plus d'hydrogène sulfuré, quand on le traite par le soufre.

Les réductases existent dans le sang où elles se fixent sur la fibrine à laquelle elles communiquent des propriétés catalytiques.

D'autre part, M. Lœwe a montré que sa catalase, qui présente des propriétés très voisines du philothion, existe dans une foule de végétaux, même desséchés depuis longtemps.

Les réductases se rencontrent dans tous les tissus en voie de croissance.

Il en existe peu ou pas dans les fruits acides. Il en existe beaucoup dans les graines, surtout dans celles qui sont riches en éléments gras.

Durant la germination, leur proportion augmente encore.

Chez les moisissures on en trouve souvent de grandes quantités.

Comparaison du philothion et de la catalase de M. Lœwe. — Action des réactifs des oxydases sur la catalase. — La propriété de décomposer l'eau oxygénée, au degré où elle existe chez le philothion, n'appartient qu'à une diastase que M. Oscar Lœwe a fait connaître et qu'il a appelée *catalase* (1).

L'auteur l'a extraite des feuilles du tabac en suivant le procédé de M. Lœwe. Il a constaté qu'elle avait, comme le philothion, la propriété d'hydrogéner le soufre.

Il semblerait, toutefois, exister une différence, puisque M. Lœwe considère sa diastase comme une oxydase. Mais, M. Pozzi-Escot a fait appel à toutes les réactions connues des oxydases et le résultat a été négatif. Le réactif de Grüss, à la tétraméthylparaphénylènediamine, a échoué. La réaction aux indophénols s'est également montrée négative. Enfin, la tyrosine ne donne aucune coloration. Vis-à-vis de ces réactifs, la catalase et le philothion se comportent donc identiquement (2). M. Pozzi-Escot en conclut que la catalase de M. Lœwe est une réductase comme le philothion et lui est très probablement identique.

Du rôle des réductases dans la fermentation des vins. — Dans les fruits et les organes végétaux portés à la cuve de fermentation,

(1) Voir *Rev. mycologique*, année 1902, p. 94.

(2) M. Oscar Lœwe dit avoir obtenu l'oxydation de l'hydroquinone avec la catalase. M. Pozzi-Escot, au contraire, n'a rien obtenu.

il existe des oxydases localisées dans des cellules spéciales et des hydrogénases également situées dans des éléments cellulaires distincts. Le moût du raisin, avant sa mise en fermentation, contient une dose d'oxydase suffisante pour provoquer la casse du vin et, cependant, on sait, de fait expérimental, qu'un vin dont la fermentation a été normale, n'est généralement pas sujet à la casse ; la totalité ou la plus grande partie de l'œnoxydase du moût primitif ne se retrouve pas dans le vin une fois fait. Ce fait s'explique facilement, si l'on considère que, quand le fruit est foulé et que les cellules ont été déchirées ou détruites, les éléments diastasiques qu'elles contiennent se diffusent dans le milieu ambiant, viennent en contact et se paralysent mutuellement. Quelle est alors l'origine de la réductase qui entre en jeu ? Elle paraît double. Il y a d'abord celle du fruit et puis celle secrétée que la levure vivante au sein du liquide laisse diffuser (ainsi que M. Pozzi-Escot s'en est assuré). En outre, au contact des hydrogénases, le soufre provenant des soufrages de la vigne donne de l'hydrogène sulfuré, lequel agit comme destructeur des oxydases.

Reste à expliquer la présence accidentelle d'oxydase amenant ultérieurement la casse des vins. Elle peut tenir à une surabondance d'oxydases provenant soit du fruit, soit des moisissures (*Botrytis cinerea*). Enfin, si la fermentation est mauvaise, il y a peu d'hydrogénase sécrétée par la levure, l'équilibre normal est rompu.

Du rôle des réductases dans l'organisme. — Dans l'organisme, les réductases existent à côté des oxydases. Elles servent sans doute à modérer et à régulariser l'action des oxydases. Comme les réductases, quand elles sont mises en contact avec les oxydases, annihilent l'action de celles-ci et empêchent ainsi leurs réactions habituelles de se produire; il est probable que des recherches ultérieures démontreront que des oxydases existent en réalité dans beaucoup de tissus où on n'a pas réussi à les déceler et où elles sont dissimulées par l'existence concommittante de réductases.

MATRUCHOT. — **Germination des spores de Truffes ; culture et caractères du mycélium truffier** (C. R., Ac. Sc., 4 mai 1903).

M. Matruchot a obtenu la germination de la spore de la truffe du Périgord (*Tuber melanosporum*) et de la truffe de Bourgogne (*T. uncinatum*) et le développement d'un mycélium abondant et vigoureux. Ce mycélium, d'abord blanc, puis brun, est régulièrement cloisonné et s'agrège fortement et rapidement. Il forme des sclérotes qui peuvent atteindre 10 mm. de diamètre. Ces sclérotes, d'abord blancs, puis roux nuancé de vert, puis finalement noirs, doivent être considérés comme de jeunes truffes que l'étroitesse des conditions de la culture en tubes empêche d'arriver à leur complet développement. L'auteur n'a observé aucune forme conidienne.

Cette découverte fera faire des progrès à la culture truffière, dont les règles sont encore presque inconnues et dont les résultats sont si lents à obtenir (avant que les chênes donnent des truffes, il s'écoule toujours une période d'incubation de 8, 10, 15 et parfois 20 années).

Enfin, là où croit spontanément la truffe de Bourgogne, on pourra

semer la truffe du Périgord dont le prix est plus élevé et qui paraît avoir les mêmes exigences, car on les observe souvent croissant ensemble dans les mêmes localités.

VERDUN (P.) et BOUCHEZ (G.). — **Recherches sur la mélanotrichie linguale (langue noire) Lille, 1903, 62 p., 4 pl.**

La mélanotrichie a souvent été considérée comme une maladie parasitaire et attribuée à la présence d'un champignon : *Leptothrix buccalis* (Vidal, 1876), *Glossophilon* (Dessois, 1878), *Micrococcus* (Bizzozero, 1886), *Mucor niger* (Ciaglinski et Hewelke, 1893, Schmieghelow, 1896, Sendziak, 1894, etc.).

Ayant eu l'occasion d'étudier histologiquement un certain nombre de cas de *langue noire*, Verdun et Bouchez prennent nettement position parmi les pathologistes qui nient l'origine parasitaire de la maladie et considèrent comme des impuretés secondaires les divers champignons signalés par leurs devanciers sur les papilles linguales hyperthrophiées.

Les poils qui caractérisent la *mélanotrichie linguale* (bien distincte de la *nigritie* tégumentaire) sont le résultat de l'allongement des papilles filiformes. Ils se forment exactement de la même façon que ceux qui normalement coiffent les papilles et dont ils ne diffèrent que par leur longueur.

L'épithélium de la muqueuse malade se caractérise par l'apparition de cellules à éléidine.

La coloration des poils, nulle vers leur base, s'accentue vers l'extrémité libre où elle augmente du jaune pâle au brun foncé à mesure qu'ils s'allongent.

L'absence de microphytes dans la muqueuse et leur variété autour des poils indiquent que ces micro-organismes n'interviennent pas dans la production de la mélanotrichie et que cette affection n'est pas de nature parasitaire.

Le trouble local consiste en une dilatation énorme des capillaires sanguins amenant une nutrition surabondante des tissus des papilles et déterminant leur prolifération exagérée.

A. Giard (Centralblatt).

GODFRIN (J.). — **Espèces critiques d'Agaricinées.** *Panaeolus retirugis*, *P. sphinctrinus* et *P. campanulatus*. (*Bull. Soc. myc.*, 1903, p. 45-55, avec 8 fig.).

Chez le *P. retirugis*, le revêtement du chapeau et le tissu intérieur du réceptacle passent de l'un à l'autre sans démarcation tranchée. Chez les deux autres, la couche de revêtement à cellules polyédriques contraste avec le tissu réceptaculaire formé de tubes étroits. Le changement est brusque. De plus, le revêtement est traversé par des hyphes réceptaculaires redressées et renflées en poire. Chez le *P. sphinctrinus*, la couche de revêtement est plus épaisse que chez le *P. campanulatus*.

Chez le *P. fimicola*, la couche de revêtement comprend une seule assise et n'est pas traversée par des émergences piliformes. Cette espèce possède aussi des cystides qui n'existent pas chez les trois précédentes.

Vuillemin (Centralblatt).

VUILLEMIN (P.). — **La série des Absidiées** (C. R. Ac. Sc., 23 fév. 1903).

Plusieurs espèces, confondues jusqu'ici avec le genre *Mucor*, ont une étroite affinité avec le genre *Absidia*. La structure du sporocyste montre une plus grande constance que la ramification de l'appareil cystophore et même que les fulcres des zygospores.

La série des Absidiées fait partie de la tribu des Mucorées. Elle est caractérisée par l'apophyse rigide, infundibuliforme et par la columelle susceptible de s'affaisser dans l'apophyse. Elle comprend cinq genres.

1. *Protoabsidia* g. n. Cystophore simple : *Pr. Saccardoi* (*Mucor Saccardoi* Oudemans).
2. *Lichtheimia* g. n. Cystophore ramifié en verticilles passant au bouquet unilatéral ; tous les axes fertiles : *L. corymbifera, Regnieri, ramosa* (*Mucor* auctorum).
3. *Mycocladus* Beauverie. Axe principal stérile indéfiniment rampant. Rameaux comme *Lichtheimia : M. verticillatus*.
4. *Tieghemella* Berlèse et de Toni. Axes primaires fertiles, stériles ou définis par une touffe de rhizoïdes. Axes fertiles simples ou ramifiés : *T. Orchidis* sp. n., *dubia* (*Absidia* Bainier), *repens*.
5. *Absidia*. Axe principal en arcade régulière enracinée. Rameaux fertiles en bouquets : *A. capillata, septata, repens*.

P. Vuillemin (Centralblatt).

HENNINGS (P.). — **Einge neue und interessante deutsche Pezizeen** (*Hedw.* 1903, p. 17-20).

L'auteur a constaté que chez la *Barlaea carbonaria* (Fuck.) Sacc., les spores, qui sont tout d'abord hyalines, deviennent brunes, quand elles sont complètement mûres. C'est pourquoi il a créé pour cette espèce le nouveau genre *Phaeobarlaea*, caractérisé par ses *spores brunes*.

HENNINGS (P.). — **Ruhlandiella Berolinensis** P. Henn. n. g. et n. sp. (*Hedw.* 1903, p. 22-24).

L'auteur a trouvé sur la surface d'un pot de *Melaleuca* un petit champignon sphérique qui présentait une ressemblance frappante avec un *Hymenogaster ;* mais, en l'examinant au microscope, il constata que c'était un Ascomycète, qu'il était à classer parmi les Rhizinacées à côté des Helvellacées et qu'il était très voisin du genre *Sphaerosoma*, dont il se distingue surtout par sa surface parfaitement lisse (et ne présentant pas de plis, de tubercules et d'anfractuosités). Les paraphyses sont aussi fort différentes dans ces deux genres, tandis que les asques et les spores sont pareilles. Ce genre est bien distinct des trois autres genres de la même famille, lesquels sont : *Psilopeziza, Rhizina, Underwoodia*.

Voici la diagnose de cette curieuse espèce :

Ruhlandiella n. gen.— Ascomata superficialia, globosa, laevia, glabra, intùs gelatinoso-carnosa, pseudoparenchymatica, hyalina, basi myceliofera. Asci cylindraceo-clavati, octospori, paraphysati. Sporae globosae, brunneae, reticulato-verrucosae.

R. Berlinensis. P. Henn. n. sp. — Ascomate superficiali, globoso,

basi depresso myceliofero, extùs laevi, glabro, pallido vel brunnescente cà 5-6 mm. diam. intùs gelotinoso-subcarnoso, pallido, pseudoparenchymatico, homogeneo; ascis cylindraceo-clavatis, raro subovoideis, vertice subrotundato-obtusis, basi plus minus attenuatis, 8 sporis, cà 200-220 µ longis, p. sp. plerumque 150-180×20-25 µ, interdum cà 100-45 µ; paraphysibus copiosis, filiformibus, septatis, hyalinis, apice vix incrassatis, obtusis cà 3-3 1/2 µ crassis; sporidiis plerumque monostichis, interdum subdistichis, cà 15-18 µ, episporio primo hyalino, laevi, dein brunneo, reticulato-verrucoso; verrucis subbacillatis, apice obtusis vel applanatis 3-3 1/2 = 1 1/2 µ.

Eustace (H.-J.). — **A destructive applerot following scab** (station de Geneva (N.-Y., nº 227, p. 387, 389 avec 8 planches). **La Pourriture des pommes consécutivement à la galle.**

Le champignon qui produit cette maladie est le *Cephalothecium roseum* que jusqu'à présent l'on considérait comme un simple saprophyte. Il n'existe aucune relation génétique entre lui et le champignon qui produit la galle; mais, comme ses filaments sont incapables de traverser l'épiderme, il est nécessaire que celui-ci soit fendillé par la galle, pour qu'il puisse pénétrer dans le péricarpe. Il se développe surtout dans les celliers où l'on conserve les pommes. En maintenant dans les fruitiers une température basse, on peut empêcher la maladie, mais celle-ci se déclare aussitôt qu'on les porte dans un endroit chaud. On le voit apparaître sur les taches de galle sous forme d'une sorte de mildiou blanc qui cause une tache brune, déprimée, amère, déterminant la pourriture du parenchyme.

Le dommage, qui est considérable, peut être réduit en conservant les pommes dans des fruitiers bien secs, bien ventilés, où la température ne dépasse pas 45° F (7°,2 C). Mais le vrai moyen préventif consisterait à préserver les pommes contre la galle par des aspersions réitérées de bouillie bordelaise.

C. B. Plowright et A.-S. Wilson. — **On BARYA AURANTIACA** (*Gard. Chronicle*, 1884, p. 176). Voir planche CCXXXV de la *Revue mycologique.*

Sous la planche CCXXXV de la *Revue*, nous donnons à nouveau la planche XLVII (ou plus exactement XLVIII), représentant le *Barya aurantiaca* Plowr. et Wils., décrit page 122, année 1884.

MM. Plowright et Wilson, en cultivant le mycélium filamenteux (ergot) qui se trouve dans l'ovaire du *Glyceria fluitans*, ont obtenu la forme conidiale et la forme ascophore du champignon, dont le cycle de développement est analogue à celui de l'ergot du seigle (*Claviceps purpurea*). Il présente, dans sa première évolution, quelques rapports avec les *Claviceps pusilla* Ces. et *C. setulosa* Quél.; mais, par sa masse granuleuse et rouge-orangé, il rappelle le *Cordyceps militaris*.

M. Saccardo, dans son Sylloge, IX, page 998, a donné de cette espèce la description suivante :

Claviceps Wilsoni Cooke, in *Grevillea* XII, page 77.

Mycelio sclerotioideo, cylindrico, subarcuato, atro-purpureo, nigrescente; stromatibus solitariis vel binatis vel ternatis, simplicibus, carnosis,

albo-flavidis, clavula elongato-clavata, flavo-carnea, e peritheciis laxis, subliberis, prominentibus asperula ; peritheciis 0,4 = 0,18 mm. diam.; stipite flexuoso, abbreviato, cylindrico, primum albido ; ascis angustissimis linearibus ; sporidiis filiformibus, 140 μ longis.

Hab. in sclerotio *Glyceriae fluitantis* in Britannia (J. Wilson).

EXPLICATION DE LA PLANCHE CCXXXV et XLVII (XLVIII)

Claviceps Wilsoni Cooke = *Barya aurantiaca* Plowr. et Wils.

Fig. 1. — Le champignon de grandeur naturelle.
Fig. 2. — Périthèces surmontant l'ergot (agrandi).
Fig. 3. — Hyphes conidifères et conidies.
Fig. 4. — Coupe verticale de la base du stipe de l'organe ascophore.
Fig. 5. — Coupe transversale du stipe de l'organe ascophore.
Fig. 6. — Coupe transversale de la tête de l'organe ascophore (on voit les périthèces dressés et rangés en cercle à la périphérie).
Fig. 7. — Asques et sporidies commençant à s'échapper d'un asque.
Fig. 8. — *Claviceps purpurea* développé sur l'ergot de seigle (de grandeur naturelle).

GROSJEAN (Octave). — **Les Champignons vénéneux de France et d'Europe à l'école primaire et dans la famille, en six leçons** (48 p., avec 7 pl. coloriées).

L'auteur donne de très utiles conseils que l'on ne saurait trop répéter, car ces notions font complètement défaut dans le programme scolaire. Si le public connaît la Belladone ou la Pomme épineuse, il ignore totalement l'Amanite phalloïde.

L'auteur a fait choix des espèces vénéneuses les plus répandues en Franche-Comté et, tout en donnant le sage conseil de s'abstenir de toutes les espèces de champignons volvacés (sauf l'Oronge vraie), il en donne de bonnes figures coloriées qui permettent de les reconnaître facilement.

Les espèces très exactement figurées et décrites sont : *Amanita phalloïdes*, *Volvaria speciosa*, *Amanita pantherina*, *A. muscaria*, *Russula emetica*, *Entoloma lividum*, *Tricholoma tigrinum*. Cet opuscule se fait remarquer par sa clarté, l'auteur ayant su se mettre à la portée de ses jeunes élèves et des personnes qui sont étrangères à la mycologie.

A propos de l'*Entoloma lividum*, l'auteur relate ce repas offert par Quélet à une demi-douzaine d'amis où, parmi de bonnes espèces, il leur servit quatre ou cinq exemplaires d'*Entoloma lividum*. Une heure après, l'amphytrion et tous ses convives furent pris de vomissements abondants, de diarrhée, de vives douleurs à l'estomac et à la tête, et d'un extrême abattement et ils furent plusieurs jours sans pouvoir supporter aucun aliment. . . . . .

Cela nous remet en mémoire une expérience du même genre, que Quélet tenta sur nous et quelques amis complaisants au Ballon de Saint-Maurice : il s'agissait d'essayer les propriétés du *Cantharellus umbonatus*..... . . . .

L'auteur cite avec raison ces expériences comme des exemples à ne pas imiter. *R. Ferry.*

Boulanger (Em.). — **Germination de l'ascospore de la Truffe, 1903.**

Dès le mois de décembre 1900, l'auteur a réussi à obtenir, — à l'aide de cultures pures procédant de l'ascospore, — des *périthèces* de petite dimension (1 cm.) il est vrai, mais contenant des asques tétraspores.

Il a semé du mycélium truffier ainsi obtenu dans des forêts de chênes situées près d'Etampes (Seine-et-Oise) dont le sol, composé presque exclusivement d'humus et de calcaire, se trouvait ainsi être identique à celui des meilleures truffières.

Et il a obtenu des truffes dont la grosseur variait entre celle d'une noisette et celle d'une noix et qui toutes présentaient les thèques tétraspores typiques. Elles avaient en outre les qualités de parfum recherchées par le commerce, ayant été récoltées avec l'aide de chiens truffiers.

L'expérience, du reste, a été faite en grand. M. Boulanger a provoqué sur 15 hectares de bois de chênes la formation de 5,000 places truffières.

Sa méthode consiste dans les opérations suivantes :

1° Germination de l'ascospore de la truffe par semis aseptique de fragments internes du tubercule dans des tubes d'eau ordinaire stérilisée ;

2° Multiplication du mycélium ainsi obtenu en le déposant dans des tubes contenant de la carotte cuite additionnée de terre calcaire. (C'est dans ces conditions que se produisent des formes conidiennes qui permettent une grande dilution de la semence) ;

3° Préparation d'un engrais minéral contenant 6 pour 100 de sulfate de potasse et une égale quantité de superphosphate de chaux. — Emulsion de conidies dans cet engrais qui sert ensuite à imprégner des carottes crues que l'on enfouit au pied des chênes. — Le sol est ensuite saupoudré de l'engrais précité, semé en poudre.

Dans un mémoire paru au mois de juin 1903 et contenant deux belles planches, l'auteur décrit et figure la germination de l'ascospore de la truffe.

L'enveloppe externe échinulée de la spore se dissout peu à peu et la membrane interne apparaît.

Les pointes qui hérissent la membrane externe se dissolvent et disparaissent complètement. La membrane externe elle-même se rompt : et il n'en subsiste que deux fragments sous forme de calottes hémisphériques que l'auteur considère comme des *anthéridies*. La membrane interne et son contenu constituent, pour l'auteur, l'*oogone*. Un tube de communication s'établit entre chaque anthéridie et l'oogone, et c'est ainsi, d'après l'auteur, que s'opère la fécondation. Quand la fécondation s'est opérée, les anthéridies se détachent, tandis que dans l'intérieur de l'oogone apparaissent des filaments pelotonnés qui, en s'allongeant, percent les parois de l'oogone et deviennent ainsi les filaments germinatifs.

Si ces observations se confirment, le mariage de la Truffe serait donc encore plus romanesque que tout ce que Condamy et autres, dans leurs écarts d'imagination, ont pu rêver.....

R. Ferry.

Boulanger (E). — **Les mycéliums truffiers blancs**, août 1903.

D'après M. Boulanger, le mycélium truffier présente aussi des caractères étranges qui lui créent une place à part parmi les champignons. Il est blanc aussi longtemps qu'il est stérile. Il est très fin, son calibre varie de 2 μ à 4 μ ; il est ramifié, plutôt à sa partie terminale où il s'amincit progressivement ; c'est là qu'il donne des rameaux secondaires de diamètre moindre de 1/3 à 2 μ. Il est par places plus ou moins bosselé.

On n'y distingue d'abord aucune cloison, ce qui lui donne l'aspect d'un mycélium de mucorinée. Mais, si on le traite par une solution très diluée d'hypochlorite de soude, puis qu'on le plonge dans l'essence de térébenthine, dans l'éther et dans l'alcool pour le débarrasser de toute matière grasse, et enfin qu'on le colore par le bleu coton, on y met en évidence des cloisons se croisant en tous sens et délimitant des cellules polyédriques irrégulières. A l'extrémité des filaments, ces cellules s'alignent en une seule file. *R. Ferry.*

Bernardin (Ch.). — **Guide pratique pour la recherche de soixante champignons comestibles choisis parmi les meilleurs et les plus faciles à déterminer avec certitude**, avec 12 planches coloriées. Weick, libraire, à Saint-Dié, 27, rue Thiers.

L'auteur, quoiqu'il dise « qu'il n'écrit pas pour les mycologues », est cependant lui-même un mycologue. Tous les points qu'il se propose de vulgariser sont traités avec une connaissance complète des notions que nous possédons actuellement ; par exemple, il fait bonne justice de tous les procédés empiriques auxquels on attribuait autrefois la vertu de déceler les espèces vénéneuses ; il décrit tout particulièrement les Amanites qui, à elles seules, comprennent presque toutes les espèces réellement mortelles ; il insiste sur la nécessité de déterrer toujours le bulbe afin de s'assurer s'il présente des traces de volva.

Il prend nettement parti sur la question de savoir s'il faut soumettre les champignons que l'on mange à la macération dans l'eau vinaigrée ou l'eau salée, afin de ne pas avoir à redouter les conséquences d'une méprise. « Cette macération sacrilège, dit-il, fait de nos délicieux cryptogames des choses lamentables ; ils perdent par elle leur personnalité, leur arome délicat, leur parfum spécial ; il vaut mieux pour vous n'en jamais manger que de les consommer ainsi préparés. Non seulement je ne vous conseillerai jamais une pareille profanation ; mais je vous recommanderai, au contraire, de passer les champignons à l'eau pure le moins possible, mon idéal étant de supprimer tout à fait ce lavage, quand c'est possible, et de les nettoyer simplement avec un couteau et un linge. »

L'auteur se révèle comme un mycophage consommé par les nombreuses recettes qu'il donne et qu'il apprécie pour les avoir expérimentées lui-même. M. Bernardin a borné son étude à 60 espèces dont il donne les caractères distinctifs et qu'il représente en douze planches coloriées. Les simples amateurs lui sauront certainement gré d'avoir ainsi simplifié leur travail de recherche et de détermi-

nation en se limitant aux seules espèces qui présentent quelque intérêt au point de vue de l'alimentation.

Ce petit livre, écrit dans un style clair et attrayant, contribuera à répandre le goût pour la chasse aux champignons en même temps qu'il en prévient les dangers.

Calmette (A.). — **Sur l'absorption de l'antitoxine tétanique par les plaies : action immunisante du sérum antitétanique sec, employé au pansement des plaies tétanigènes** (C. R. Ac. Sc., 1903, 1, 1150).

M. Calmette a infecté avec des spores du bacille du tétanos (bacille de Nicolaïev) des plaies faites à des cobayes. Puis il les a (de deux à six heures après l'infection) saupoudrées avec du *sérum antitétanique sec*. Il a ainsi réussi avec une dose de $0^{mgr},1$ (pesé à l'état sec) à préserver des cobayes de 400 gr. contre une dose de toxine sûrement mortelle en 48 heures.

Lorsque les plaies tétanigènes sont saupoudrées de sérum plus de sept heures après l'infection, les résultats deviennent inconstants.

Ces expériences démontrent qu'on peut aisément vacciner les animaux et empêcher l'infection tétanique par la simple absorption du sérum à la surface d'une plaie souillée de germes du tétanos.

Il y aurait de grands avantages à appliquer à l'homme cette méthode de traitement, lorsqu'on se trouve en présence de plaies souillées de terre ou de déjections animales susceptibles d'être infectées par le bacille de Nicolaïev.

Le cas est surtout fréquent à la campagne ou sur les champs de bataille ou encore dans les pays chauds, où le tétanos est très commun.

En adoptant cette méthode pour le pansement des plaies ombilicales chez les jeunes enfants, on réaliserait de la manière la plus simple la meilleure des prophylaxies contre le tétanos des nouveau-nés (sarrette, malmâchoires) qui, dans certaines régions du globe, représente un des principaux facteurs de la mortalité infantile. En Indo-Chine, par exemple, *un cinquième* des enfants qui naissent disparaissent avant le dixième jour par le fait de cette maladie.

Le sérum antitétanique à l'état sec conserve indéfiniment son activité préventive. Son emploi pour le pansement des plaies ne présente, s'il est bien préparé, aucun inconvénient d'aucune sorte et n'exige aucune instrumentation spéciale. Il peut être mis entre les mains les plus inexpérimentées.

Il y aurait donc le plus grand intérêt à en généraliser l'usage sous cette forme commode, en médecine et en chirurgie humaines, particulièrement en chirurgie militaire et aux colonies.

Mac Fayden. — **Upon the immunising effects of the intracellular contents of the Typhoid Bacillus as obtained by the Disintegration of the organism at the temperatur of liquidt air** (*Proc. Roy. Soc.*, 1903, p. 351-353). **Sur les propriétés immunisantes du contenu cellulaire du Bacille de la fièvre typhoïde tel qu'on l'obtient en désorganisant ce bacille à la température de l'air liquide.**

La macération dans l'eau vinaigrée et la cuisson à l'eau bouillante font-elles perdre à l'AMANITE PHALLOIDE ses propriétés toxiques ?

En employant ce procédé, Gérard, aide-naturaliste au Muséum de Paris, a fait, en 1850, sur lui-même et sur les membres de sa famille, des expériences bien connues qui lui auraient permis de consommer toutes les espèces vénéneuses de champignons.

Quoique ses assertions aient été contrôlées et vérifiées par une commission de l'Académie de médecine, il nous a paru intéressant de reprendre quelques-uns de ces essais, en ce qui concerne l'espèce qui est sans contredit la plus vénéneuse de toutes, l'*Amanita phalloïde*.

Nous avons suivi exactement les prescriptions de Gérard. Nous avons fait macérer le champignon dans deux fois son poids d'eau vinaigrée (la quantité de vinaigre étant de 5 pour 100 relativement à l'eau), puis nous l'avons lavé à l'eau courante. Ensuite nous l'avons fait bouillir pendant une demi-heure dans une quantité suffisante d'eau que nous avons rejetée et nous l'avons de nouveau lavé à l'eau courante.

Nous avons fait consommer à un lapin et à des cobayes 40 grammes (à chacun) de champignon ainsi préparé. Ces animaux ne nous ont pas présenté de symptômes d'empoisonnement.

Dans les conditions de cette expérience, le poison avait-il été détruit ou, au contraire, était-il simplement passé dans l'eau, — le vinaigre ayant altéré la paroi des cellules qui avaient alors laissé échapper par exosmose leur poison dans le liquide ambiant ?

Pour résoudre cette question, nous avons pris l'eau vinaigrée dans laquelle le champignon avait macéré pendant deux heures et, afin d'en expulser complètement le vinaigre, nous l'avons fait bouillir pendant une demi-heure. Puis nous l'avons fait consommer à un lapin. Cet animal a succombé environ trente-six heures après l'ingestion. A l'autopsie, les viscères ne nous ont présenté ni congestion ni rougeur. Les reins seuls étaient plus volumineux et plus foncés. La vessie contenait une urine d'un jaune doré, trouble, renfermant une grande quantité d'albumine, de pigments biliaires et de cylindres granuleux. La phalline n'avait donc pas été détruite, mais s'était simplement diffusée dans l'eau vinaigrée.

Nous nous sommes alors posé une autre question. Si la phalline est, comme l'admet M. le professeur Kobert, une matière albuminoïde coagulable par la chaleur, il semblerait qu'une fois coa-

gulée par la chaleur elle ne soit plus capable de diffuser à travers les membranes cellulaires et de se répandre dans l'eau vinaigrée. Pour nous rendre compte s'il en était ainsi, nous avons d'abord fait bouillir le champignon pendant une demi-heure dans une quantité suffisante d'eau. Et ce n'est qu'ensuite que nous l'avons fait tremper dans l'eau vinaigrée.

Les animaux, cobayes et lapins, auxquels nous avons fait manger (à la dose de 40 grammes) le champignon ainsi traité, ne nous ont présenté aucun symptôme d'empoisonnement.

Le résultat de cette dernière expérience est donc de nature à faire douter que le poison de l'*Amanite phalloïde* soit coagulable par la chaleur, comme paraît l'admettre M. le professeur Kobert.

Nous nous proposons de répéter ces expériences sur des chats et des chiens, lesquels sont beaucoup plus sensibles que les lapins et les cobayes à l'action de la *phalline*.

Mais, quand bien même il serait parfaitement démontré que la macération à l'eau vinaigrée fait complètement disparaître le poison, ce procédé ne nous paraît nullement à recommander. En premier lieu, en effet, il fait perdre aux champignons comestibles leur arome et presque toutes leurs propriétés alibiles.

Et, en second lieu, comme le disait M. Cadet-Gassincourt (1), rapporteur de la commission de l'Académie de médecine, c'est un procédé qui n'est pas à répandre, parce qu'il suffit d'une imprudence pour occasionner de grands malheurs.

On ne saurait aussi trop protester contre la fausse sécurité que l'on donne au public, en lui enseignant (2) qu'il suffit, pour rendre inoffensif un champignon vénéneux, de le faire bouillir dans l'eau et de rejeter l'eau dans laquelle il a bouilli... On peut citer de nombreux cas d'empoisonnements, même mortels, où le champignon avait été au préalable *blanchi*, c'est-à-dire bouilli dans de l'eau que l'on avait ensuite rejetée (3).

La macération dans l'eau salée, préconisée par le Dr Fabre (de Vaucluse), est tout aussi peu sûre, comme on peut le voir par les empoisonnements mortels relatés dans la thèse de Gillot, pages 94, 96 et 98

R. Ferry et *H. Schmidt.*

(1) *Journal des connaissances médicales*, 5 déc. 1851, p. 109.

(2) Lamic. *De l'empoisonnement par les champignons.* (Voir *Rev. mycol.* 1902, p. 76.)

(3) Gillot. *Etude médicale sur l'empoisonnement par les champignons*, pp. 84, 92 et 178. — Planchon. *Les champignons comestibles et vénéneux de la région de Montpellier et des Cévennes*, pp. 172 et 173.

L'AMANITA MAPPA Fries est-elle à ranger parmi les espèces très vénéneuses?

MM. Menier et Monnier ont publié en 1901, dans le Bulletin de la Société mycologique de France (1), le résultat d'expériences qu'ils ont faites sur des chiens et qui tendent à démontrer que l'*Amanita Mappa* Fries n'a pas les propriétés excessivement toxiques qu'on lui avait généralement attribuées jusqu'alors.

Nous avons fait, à cet égard, quelques expériences qui confirment (mais seulement en partie) l'opinion de MM. Menier et Monnier.

Nous avons, en effet, donné, à la dose d'environ 40 grammes pour chaque animal, — à des lapins, à des cobayes et à des chats, — l'*Amanita Mappa*, soit cru, soit cuit. Ces animaux ne nous ont pas paru éprouver de symptômes d'empoisonnement si ce n'est quelques très jeunes chats qui ont vomi le champignon. En tout cas, aucun n'a succombé.

L'expérience suivante faite sur un chien démontre que l'*Amanita Mappa* présente de réels dangers, bien qu'ils ne nous paraissent pas comparables pour la toxicité à l'*Amanita phalloides*.

Nous avons donné, vers deux heures après-midi, à une chienne adulte du poids de 4 kilog. 400 gr. une quantité de 35 gr. d'*Amanita Mappa* bouilli, y compris la petite quantité d'eau ajoutée. Une demi-heure après, la chienne paraît fortement indisposée ; elle a l'air de souffrir, elle a le regard fixe, elle éprouve par instants de petits tressaillements sur toute l'étendue du corps. Enfin, elle fait pour vomir des efforts qui n'aboutissent qu'à un sifflement rauque. En même temps survient une selle molle, décolorée, jaune pâle. On lui donne à boire du lait ; les vomissements surviennent alors facilement. Vers le soir, elle pousse des hurlements, se roule par terre et paraît en proie à de vives souffrances.

Elle passe la nuit dehors, dans sa niche, et on ne l'entend plus. Le lendemain matin, elle circule dans la cour, mange sa soupe habituelle et paraît en voie de guérison. Cette guérison s'est du reste maintenue.

Alors que nous n'obtenions avec les grenouilles et les lapins aucun signe d'empoisonnement, nous nous étions demandé si cette espèce ne possèderait pas quelque poison volatil, qui serait susceptible de disparaître (comme c'est le cas, par exemple, pour l'*Helvella esculenta*).

L'*Amanita Mappa* présente, en effet, une odeur vireuse (2) que

(1) Menier et Monnier. *Recherches expérimentales sur quelques Agaricinées à volva. Bull. Soc. mycol.*, 1902, p. 111 et *Revue mycol.*, 1902, p. 42.

(2) Cette odeur vireuse rappelle, mais à un degré âcre et désagréable, l'odeur du radis, que l'on retrouve aussi chez l'*Amanita spissa* Fries, variété *raphaniodora* Ferry (voir *Revue mycologique*, année 1890, p. 173).

ne possèdent pas ses congénères telles que l'*Amanita phalloides* et l'*A. virosa*.

La matière à laquelle est due cette odeur passe dans les premiers produits de la distillation de l'*Amanita Mappa* additionnée d'un peu d'eau. C'est ainsi que nous l'avons recueillie. Nous l'avons essayée en injections hypodermiques sur trois grenouilles. Aucune d'entre elles n'a présenté de symptômes d'empoisonnement et n'a succombé. Ainsi, cette matière volatile qui, concentrée par la distillation, offre une odeur repoussante, ne paraît pas toxique pour les grenouilles.

Mais peut-être l'est-elle pour les chiens ? Peut-être aussi n'est-elle pas expulsée complètement par l'ébullition et est-elle pour quelque chose, par son âcreté, dans la rapidité avec laquelle surviennent les premiers efforts de vomissements.

Ce court intervalle, — qui s'écoule entre l'ingestion et les vomissements, — provoque l'évacuation des matières toxiques avant qu'elles aient été absorbées, et constitue ainsi une circonstance favorable à la guérison.

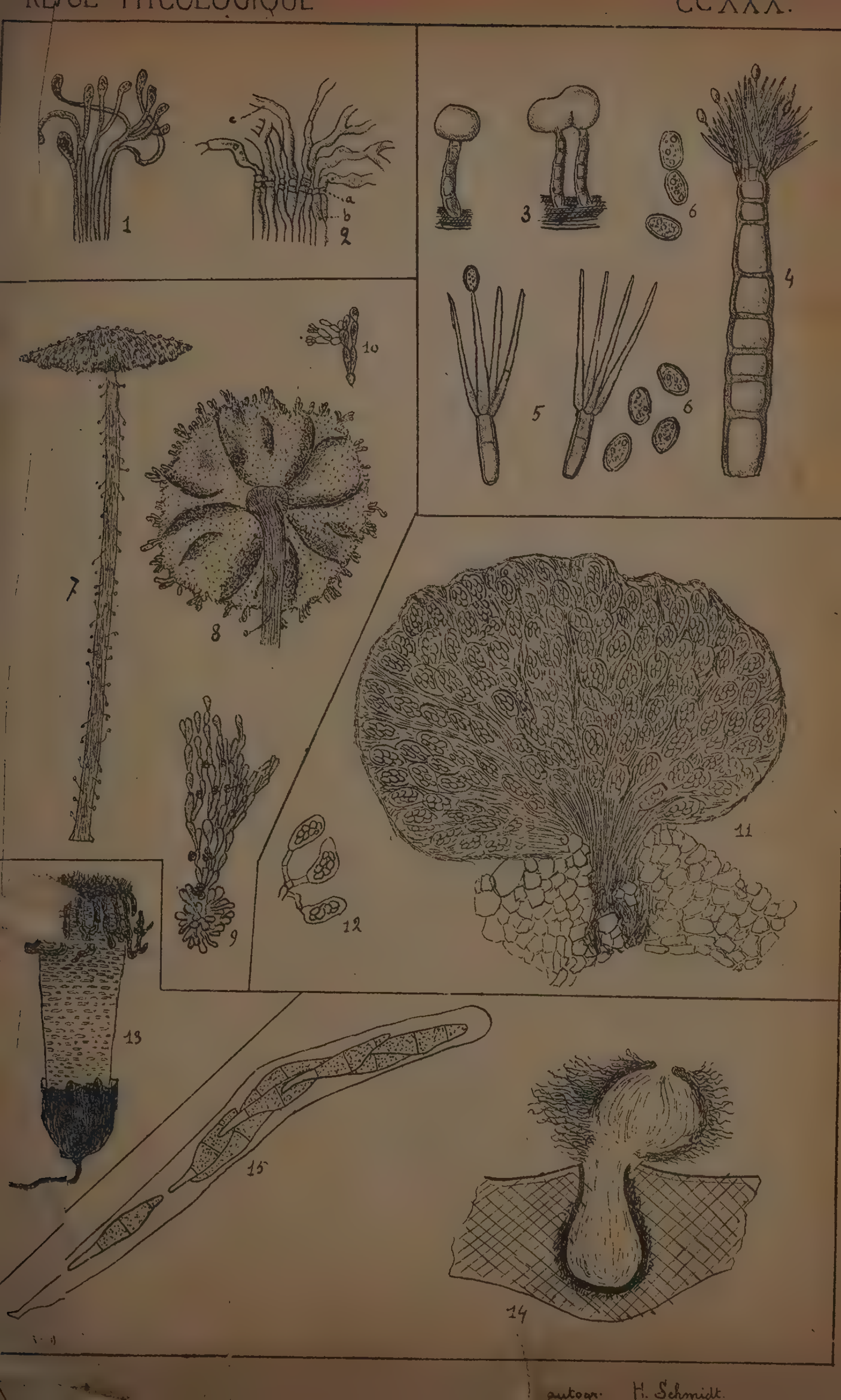
Il nous paraît à désirer que les mêmes expériences soient reprises en diverses localités, d'autant plus que M. le professeur Kobert dit avoir reconnu l'existence de la phalline dans l'*Amanita Mappa* Fries et dans l'*A. citrina* Schaeff, dont elle est une variété à peine distincte (1).

R. Ferry et *H. Schmidt.*

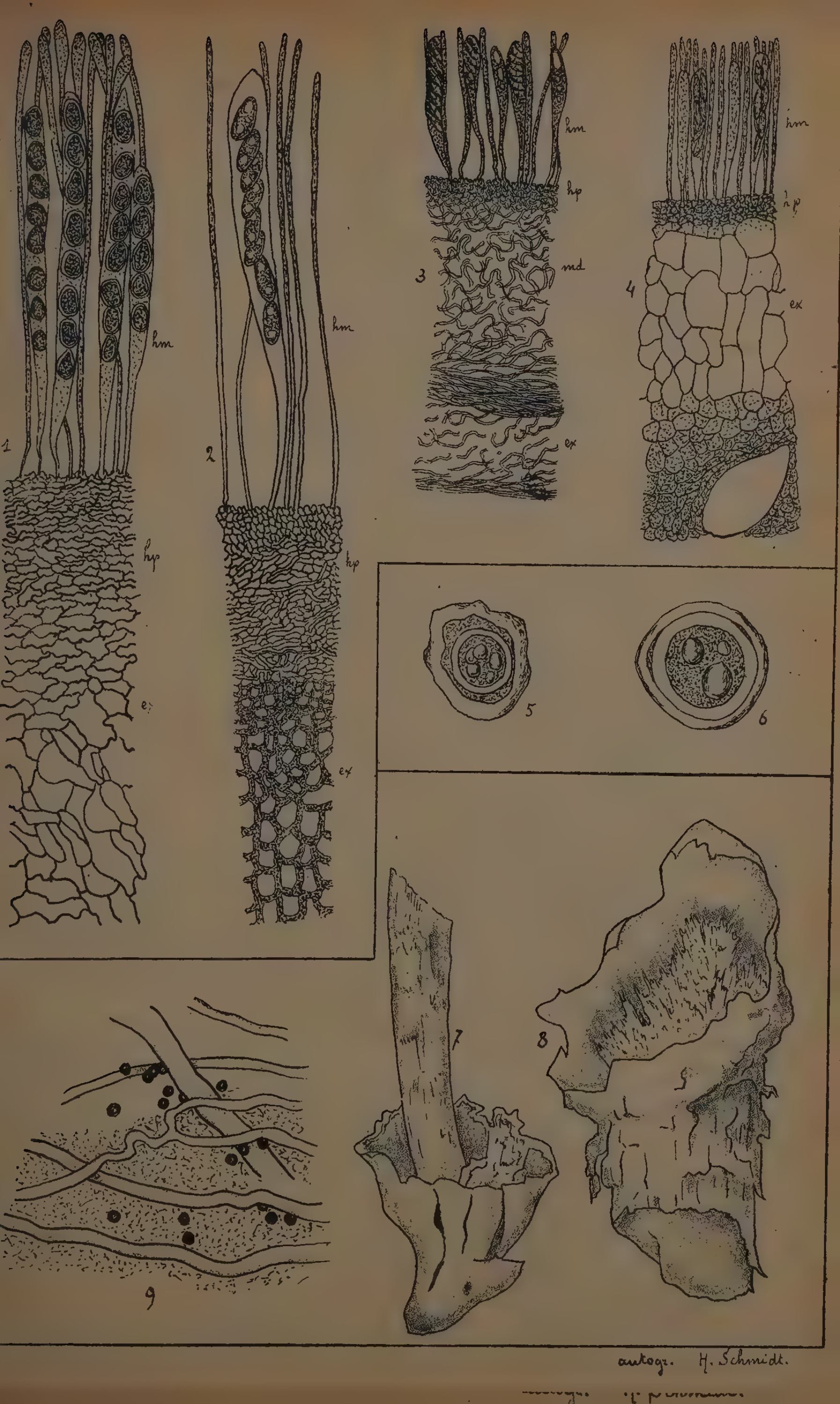
(1) Voir *Revue mycologique*, 1897, p. 121. — Lors de l'exposition de champignons qui a eu lieu à Saint-Dié le 12 octobre 1903, quelqu'un nous a affirmé qu'il mangeait des *Amanita Mappa*. Ce fait est à rapprocher de celui que rapporte le Dr A. Mougeot, dans le *Bulletin de la Société mycologique*, 1886, p. 129 : « Une femme vendait cet automne sur le marché d'Epinal des *Amanita Mappa* Fr. mêlés à d'*A. junquillea* Quélet. Un de nos collègues de la Société mycologique habitant Epinal et capable de distinguer les espèces, surpris de rencontrer l'*Amanita Mappa* dans le panier de cette femme, lui en fit l'observation. La marchande lui répondit en mangeant devant lui ce champignon cru et lui assura n'en avoir jamais été incommodée. » M. Gillot (p. 79), exprime au sujet de ce dernier fait, des doutes que nous partageons. Nous essaierons, l'an prochain, de nous rendre compte si le premier fait, celui que nous signalons, est réel et exact.

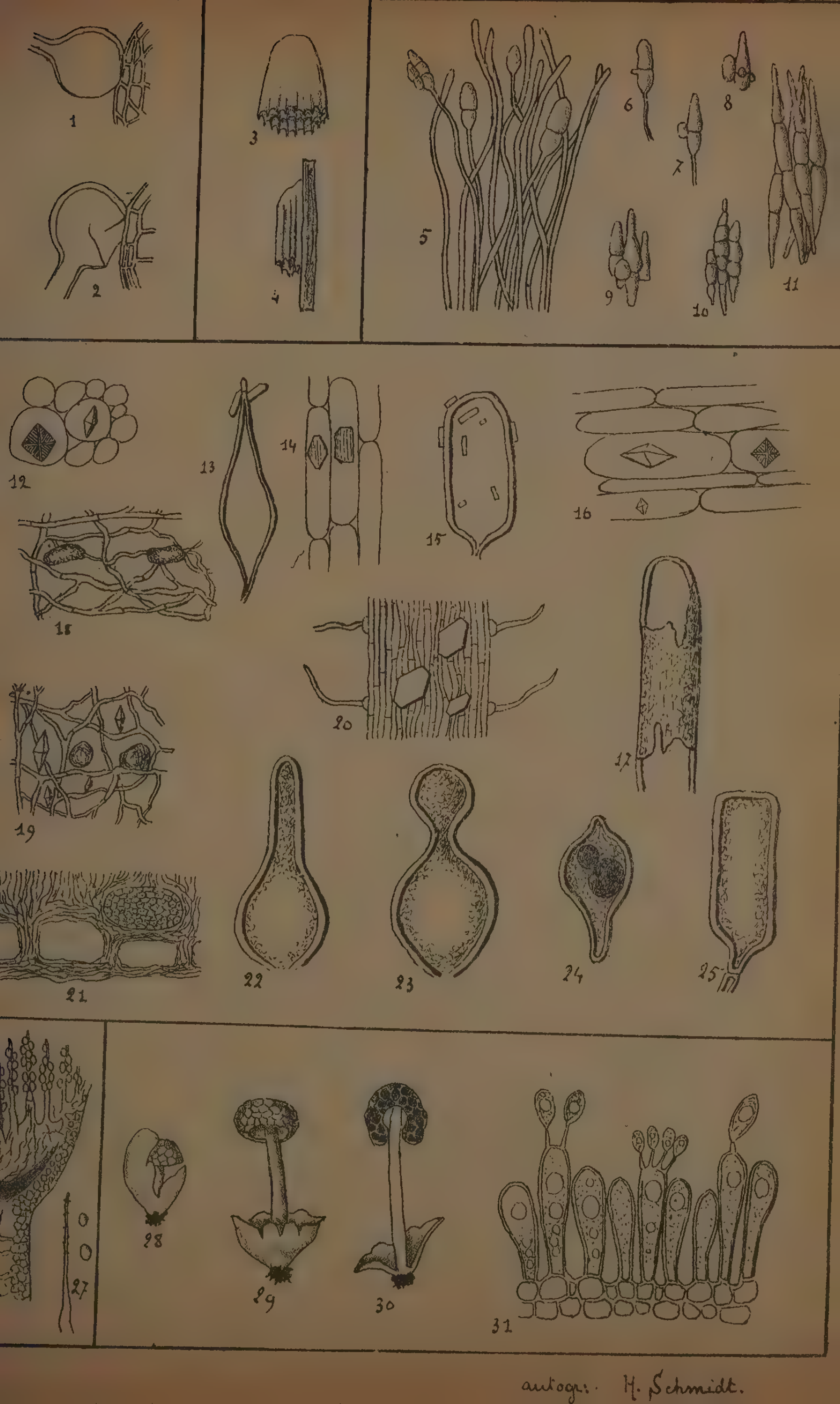
Le Gérant, C. Roumeguère.

Toulouse. — Imp. MARQUÈS et Cie, boulevard de Strasbourg, 22 et 24.

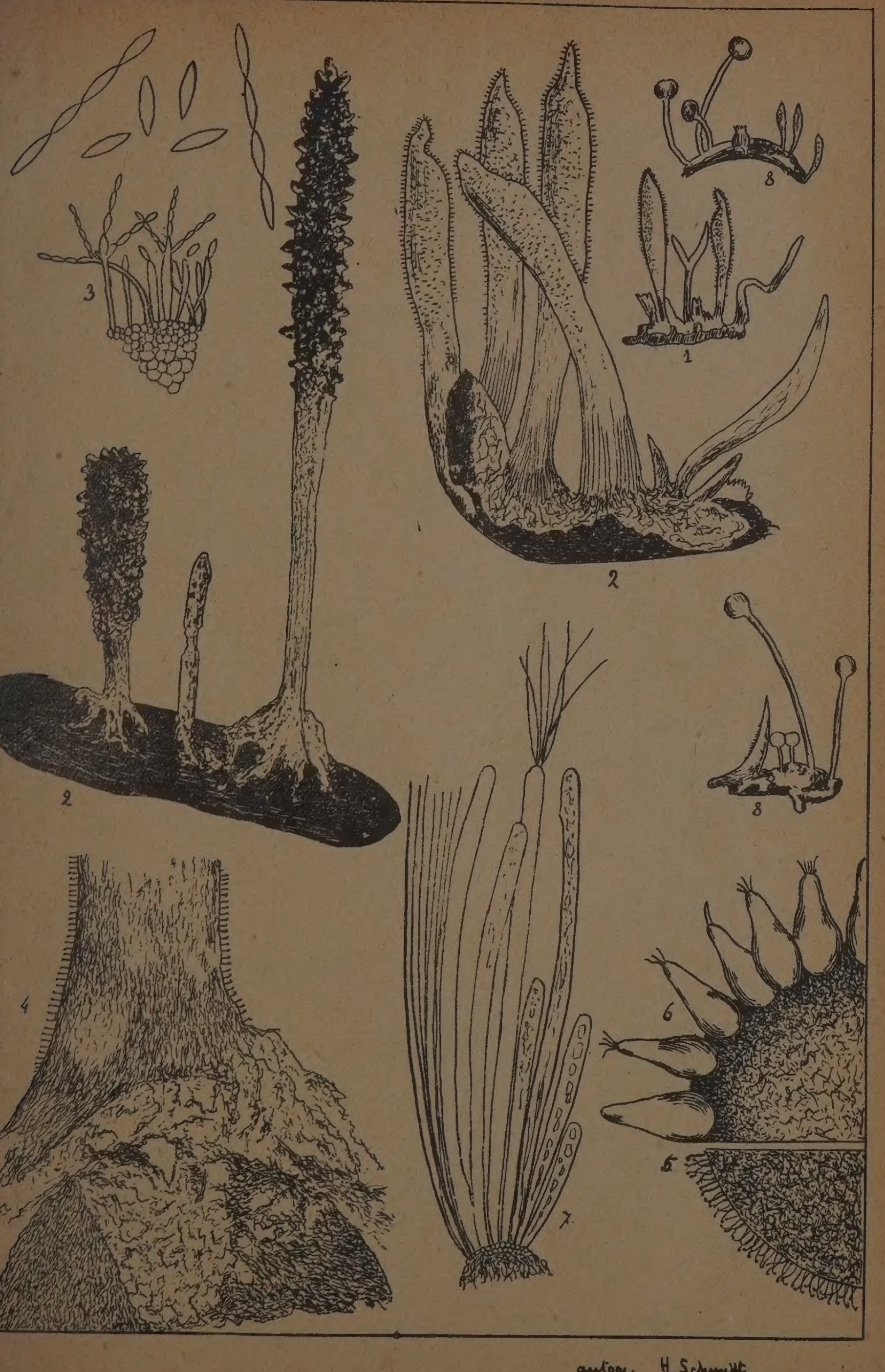

REVUE MYCOLOGIQUE
CCXXX.
1
a
b
2
3
4
5
6
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
autoar. H. Schmidt.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
a
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32

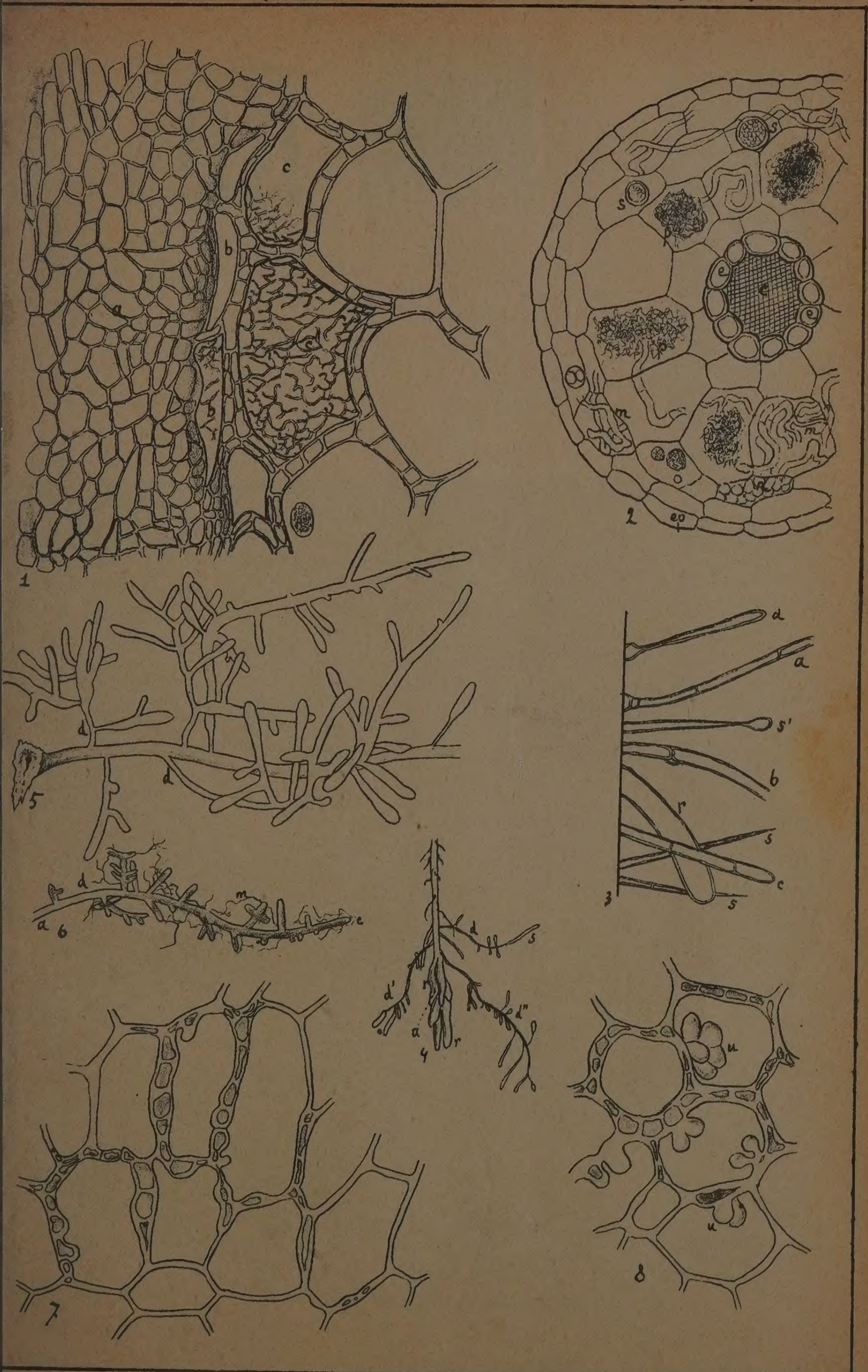

1
hm
hp
ex
2
hm
hp
ex
3
hm
hp
md
ex
4
hm
hp
ex
5
6
7
8
9
autogr. H. Schmidt.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
27
28
29
30
31
autogr.: H. Schmidt.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
22
23
23
24
25
26
27
28
29



autogr: H. Schmidt



autogr: H. Schmidt